

Евгений ПАНОВ

ПОГРУЖЕНИЕ В МАТЕРИЮ

В 2005 году, когда Объединенный институт ядерных исследований в Дубне после десяти лет выживания обрел, наконец, почву в виде какого-никакого, но стабильного бюджета, когда перевели дух, осмотрелись и подвели черту под списком потерь, возник естественный вопрос – что дальше? Какие научные задачи можно было бы поставить и начать решать в ОИЯИ? Как использовать в новых экономических условиях ускоритель нуклотрон, предназначенный для ускорения тяжелых ядер? Он был спроектирован разгонять ядра золота, свинца, урана до энергий 5 ГэВ на нуклон и начал строиться в 1987 году в СССР, а был достроен в 1993 году уже в новой России, главным образом, благодаря героическим усилиям сотрудников института. В 2003 году нуклотрон полностью заменил знаменитый дубненский синхрофазотрон, но на проектные параметры (энергии, величины магнитного поля) не вышел ввиду хронического недостатка средств. Стоило ли спустя столько лет доводить эту машину до высокого современного уровня надлежащей модернизацией? Соответствует ли научная значимость проблем, которыми можно будет заняться на модернизированном нуклотроне, величине необходимых для этого материальных затрат и как сделать этот баланс оптимальным?..

Выбор

Ответом на эти непростые, в полном смысле стратегические для ОИЯИ вопросы, возникшие в начале 2005 года, стал коллайдерный проект NICA, идея которого родилась во второй половине 2006 года. Вот как вспоминает о поисках ответа соруководитель проекта, директор Центра NICA, доктор физико-математических наук, профессор Александр Сорин.

– Высокие плотности материи, говорит он, – это то, чем мы хотели заняться. На это и нацелен проект NICA. В нем можно и нужно использовать каскад ускорителей ОИЯИ. Но стоила ли игра свеч?.. Поэтому в 2005 году нам нужно было определить, сумеем ли мы с помощью существующих в институте установок приступить к изучению фазовых превращений. Удастся ли, например,

сделать это, усовершенствовав нуклотрон, добившись достижения максимально возможной для него энергии? Расчеты показали, что это позволит лишь заглянуть в смешанную фазу, а если учесть неизбежную погрешность теоретического прогноза, мы просто рискуем потерять немалые средства. Поэтому на «круглом столе» в 2005 году решено было подумать о развитии ускорительной техники ОИЯИ. Возникла концепция синхротрона на 10 ГэВ на нуклон на базе нуклотрона – сверхпроводящего ускорителя, единственного в своем роде в Европе. Этот синхротрон позволил бы глубже проникнуть в смешанную фазу, но не дал бы институту перспективы. Так что после мозгового штурма на втором «круглом столе» в конце 2006 года возникла идея коллайдера с максимальной энергией 11 ГэВ на нуклон в системе центра масс, что в лабораторном эквиваленте (при бомбардировке неподвижной мишени) соответствует энергии порядка 60 ГэВ на нуклон – в 6 раз больше энергии синхротрона. Оказалось, что такой коллайдер может обойтись не дороже, чем синхротрон.

...Для тех, кто не знает. Со слов А.С. Сорина поясним, что такое коллайдер. Это один из вариантов ускорителя – машины для разгона заряженных частиц. Принципиальной особенностью коллайдера является наличие двух колец, где разгоняются перед столкновением встречные пучки ядер. В целом же установка должна включать следующие элементы. Первое – источник ядер (отметим, что в ОИЯИ разработан революционный подход к созданию источника тяжелых ионов). Второе – линейный ускоритель. Третье – бустер, в который частицы инжектируются после линейного ускорителя. В этой роли планируется использовать небольшой сверхпроводящий синхротрон, размещенный в кожухе демонтированного синхрофазотрона. Четвертое – нуклотрон, куда попадают частицы после бустера. А после нуклотрона они станут заполнять кольца коллайдера.

Коллайдер имеет ряд преимуществ по сравнению с проведением эксперимента на неподвижной мишени: в этом случае обходятся вовсе без мишеней, а сталкивают встречные ускоренные пучки, благодаря чему их относительная энергия соударения существенно увеличивается (сравните, например, разрушительную силу при столкновении двух движущихся навстречу друг другу машин по сравнению со случаем, когда одна из них покоится), а картина рассеяния становится пространственно симметричной. Более низкая энергия рожденных при этом соударении частиц также является положительным

фактором при детектировании и идентификации частиц и заметно упрощает решение проблемы радиационной защиты системы.

...Как видим, в задуманной установке нуклотрону отводилась важная роль. Он должен был послужить предускорителем для коллайдера. Он же, наверно, по праву, дал первую букву, букву «N» в название проекта. «NICA» - аббревиатура от английского **Nuclotron-based Ion Collider facility** - и означает «коллайдерная установка, основанная на нуклотроне». К крылатой греческой богине победы Нике ускоритель NICA формально отношения не имеет. А вот глубинно, сущностно, безусловно, имеет. Потому что решение взяться за один из крупнейших в мире и уж точно крупнейший на территории бывшего СССР мега-сайенс проект – решение, с учетом условий и обстоятельств, прорывное, победоносное. Недаром же вместо правильной аббревиатуры «NICA» сами физики Дубны частенько пишут неправильное имя «Ника», тем самым негласно соглашаясь с покровительством эллинской богини, осеняющей их дело своими крыльями. И не только соглашаясь, но и призывая.

Оно, иррациональное это покровительство, необходимо участникам «драмы идей», которая, как писал Эйнштейн, бесконечно разыгрывается в науке и всегда сопровождает поиск истины, особенно там, где она спрятана глубоко в недрах материи и где приходится проникать в потаенные слои мира, принципиально (а не только физически) недоступные человеческому глазу. Для этих погружений необходимо тяжелое научное вооружение, разрушающее охранительные барьеры природы, и теории, позволяющие истолковывать смысл открывшихся картин, ранее никем и никогда не виденных. Эти тяжелые орудия – построенные во многих странах ускорители заряженных частиц, вплоть до самого мощного, известного ныне всему человечеству Большого адронного коллайдера (БАК, по-английски – LHC) в Европейском центре ядерных исследований (ЦЕРН), детекторы и регистраторы частиц, а теории – проверенная Стандартная модель, описывающая строение материи и взаимодействия в микромире, а также прочие, не до конца или вообще не подтвержденные экспериментами гипотезы, относящиеся к так называемой «новой физике».

БАК-LHC – наверно, самое сложное и дорогостоящее техническое сооружение на Земле (хотя, по некоторым оценкам, его стоимость равна затратам всего лишь в две недели войны в Ираке). Но даже с его помощью на нижних этажах материи различимо далеко не все. Мешает собственная мощь коллайдера. Она не дает сосредоточиться на изучении тех областей микромира,

где требуются более тонкие методы. «Ника», уступая женеvскому гиганту по энергиям, предназначена, главным образом, для исследования качественно иной области микромира. Он давно дразнит физиков неподдающимися проблемами: асимметрией Вселенной (дефицит антивещества в сравнении с веществом, который только и позволяет нам существовать, не аннигилируя), наличием всего двух стабильных элементарных частиц – протона и нейтрона, ограниченностью вариантов кварковой структуры, механизмом формирования частиц из кварк-глюонной плазмы (возможно, это коренная проблема). Эти важнейшие и пока безответные вопросы вполне могут означать возврат к времени Резерфорда, говорит ученый секретарь Лаборатории физики высоких энергий им. В.И. Векслера и А.М. Балдина, кандидат физико-математических наук Дмитрий Пешехонов. Ответы на них могут оказаться совершенно невероятными, за ними может скрываться нечто такое, что мы сегодня не в состоянии даже вообразить...

Сосуществование миров

Четыре названных Пешехоновым вопроса – актуальная часть фундаментальной проблемы изучения ядерной сильновзаимодействующей материи и ее новых состояний, которые могут возникать при экстремальных условиях. Теоретик Александр Сорин описывает ее так. Когда два тяжелых атомных ядра (иона) - две «глыбы», две «горы» - ускоренные в коллайдере, сталкиваются друг с другом с огромными скоростями и глубоко проникают друг в друга, то образуется ядерная материя с огромной плотностью и/или температурой. То есть, при столкновении «глыб» возникает горячая «каша» из ядерной материи. Последняя может приобретать какие-то новые, необычные свойства, не наблюдаемые у квазисвободных нуклонов (протонов и нейтронов) в обычных условиях. Макроскопические характеристики этой «каши» – температуру и плотность барионного заряда – можно изменять, сталкивая разные ядра и варьируя энергию соударений.

Чего можно ожидать от эксперимента? По словам Сорина, согласно современным теоретическим представлениям, при низких плотностях и температурах существует наш стандартный мир – материя, состоящая из элементарных частиц (протонов, нейтронов и других), участвующих в ядерных взаимодействиях, из которой состоим и мы сами. При высоких же плотностях и/или температурах предсказывается существование нового мира – кварк-

глюонной материи. Кварки и глюоны, как считается сегодня, в свободном состоянии получить нельзя, несмотря на то, что из них состоит каждая отдельно взятая элементарная частица, участвующая в ядерных взаимодействиях. А вот сильно нагрев и/или сильно сжав материю, можно заставить кварки и глюоны «забыть», к каким элементарным частицам они изначально принадлежали, то есть в образовавшейся «каше» они «коллективизируются», забывая своих «родителей», и свойства такой материи драматически (!) изменяются по сравнению со свойствами исходной. Подобные изменения называются фазовыми превращениями и отражаются на фазовой диаграмме материи. Благодаря им возникают новые состояния материи, в том числе, как предсказывает теория, кварк-глюонное состояние – то, за которым скрывается таинственный новый мир.

«Ника» сооружается именно для того, чтобы в него проникнуть. Путь лежит через область, где, согласно теоретическому прогнозу, адронная материя – протоны, нейтроны, ядра, сосуществует с кварк-глюонной. Здесь – в фазе сосуществования или смешанной фазе – могут быть островки той и другой материи. Так, при 100 градусах Цельсия и нормальном атмосферном давлении в закипающем чайнике сосуществуют вода и пар, жидкое и газообразное состояние вещества. Что-то похожее ожидается и в ядерной материи. Для этого нужно достичь экстремальной величины управляющих параметров (температуры и/или плотности) и заглянуть за завесу тайны.

Зачем мы туда стремимся? – спрашивает Сорин. И отвечает: затем, чтобы убедиться, что наши представления о Вселенной верны или, наоборот, ошибочны. Эти представления вытекают из теории – важнейшей части фундаментальной науки. Теория имеет предсказательную силу, но правильны или нет предсказания, нужно проверять всеми возможными способами. Теория, задействованная в этом случае, очень сложна, но хорошо согласуется со многими наблюдаемыми величинами. Она указывает на то, что может открыться нам в новом мире.

Каковы же его очертания? С какими неожиданностями придется там столкнуться? На этот счет есть немало гипотез и догадок. Создаются модели проникновения друг в друга сталкивающихся ядерных «глыб», поведения материи в сверхплотной «каше», возникновении новых состояний материи... Верны ли эти гипотезы, догадки, модели, узнаем после экспериментов на «Нике», которые начнутся в конце 2017 года.

Пассионарная драма

Что ж, ждать осталось не так уж долго. Казалось бы, совсем еще недавно, в 2005 году, мелькнул впервые проблеск идеи дубненского коллайдера, а в 2006 она уже оформилась, в 2009 году, после принятия Семилетнего плана развития Института и разработки «Дорожной карты» по его реализации, состоялось официальное утверждение проекта, в 2010 году – пошло финансирование и, стало быть, началась реализация, а сегодня он имеет законный статус первостепенного институтского дела. В этом, памятуя об опыте и классе ОИЯИ, нет ничего удивительного. Не может не удивлять другое: едва была снята с повестки дня задача выживания (да и то, наверно, не совсем), как откуда-то из интеллектуальных кладовых ОИЯИ появился пассионарный замысел, уровень которого виден даже неспециалисту. Впрочем, то же самое наблюдалось и в другой важнейшей отрасли: едва российская космонавтика стряхнула ужас безнадежного тихого угасания, как космонавт Сергей Авдеев отправился за океан, чтобы склонить астронавтов NASA к совместному проекту строительства большой солнечной электростанции на Луне, должной передавать энергию на Землю по радиолучу. Американцы, чего и следовало ожидать, от сотрудничества уклонились, но удивительно, как быстро был извлечен из-под спуда стопроцентно пассионарный проект опытейшего специалиста по космическим системам Ю. М. Еськова. Но если подумать, то удивляться нечему: за долгий тоскливый период выживания и в физике, и в космонавтике накопилось огромное количество нерастраченной энергии. Она-то и выплеснулась в мир, приняв вид проектов лунной электростанции или дубненского коллайдера... В «международной» Дубне и выброс оказался «международным» – и осмотнительные дети Запада, и осторожные дети Востока в единении с русскими поступили совершенно по-русски. Похоже, соскучились по ушедшей эпохе синхрофазотрона, который на десятилетие превратил Институт в оживленный перекресток мировой физики...

Бесспорно одно: в момент смены вех в ОИЯИ должен был появиться какой-то масштабный проект. Не NICA, так другой. Но выбор пал именно на этот, на изучение фазовых переходов в горячей и плотной материи. Отчего? Это не очень простой вопрос. Ведь ОИЯИ – большая организация, работающая по многим направлениям, поэтому в выборе не могла не отразиться подспудная драма идей. К тому же он касался будущего ОИЯИ, пути его развития. Поэтому необходимо

было подняться над локальными интересами и понять, какое из направлений действительно давало наилучшие перспективы.

Отдав предпочтение физике частиц, ОИЯИ открыл бы перед собой новые перспективы, которые не смогли бы дать другие направления. Вот главная причина выбора, сделанного в 2005-2009 годах. Это направление имеет потенциал открытий, причем принципиальных, что и позволяет в некотором смысле говорить о возврате к времени Резерфорда. Тогда казалось, что «физика кончилась» – все законы изучены, формулы выведены, учебники написаны, мир таков, каким он предстает перед нашим взором. Открытие внутренней структуры вещества оказалось совершенно неожиданным. Обнаружились новые источники энергии, новых технологий, новых материалов, да просто новое, иное качество!.. Сейчас иное качество потенциально может дать именно физика частиц, работающая на направлении, отличном от развиваемого в ЦЕРН, где ведутся исследования, призванные подтвердить справедливость Стандартной модели и найти нечто за ее пределами, ибо модель имеет много белых пятен. Описывая электромагнитное, сильное и слабое взаимодействие элементарных частиц, Стандартная модель, однако, не является так называемой «теорией всего», так как не включает в себя гравитацию. Кроме того, за ее пределами остаются темная материя и темная энергия, а это почти 95 процентов вещества во Вселенной.

Именно с физикой частиц и стоило связать будущее Института. Принципиально, что именно это направление могло наилучшим образом оживить и международный интерес к ОИЯИ. Научная организация, желающая оставаться международной, имеющая немалый вес, заслуженный авторитет и безупречную репутацию в мировом научном сообществе, должна выбирать направления с долгосрочной перспективой – не на год, не на пять лет, а на двадцать-тридцать.

По всем этим соображениям идея проекта NICA, пусть и несколько неожиданная для Института, заслужившего мировое признание блестящими работами по синтезу сверхтяжелых элементов, показалась логичной. Видимо, исходя из них, ее и выбрал тогдашний директор Института академик Алексей Нораирович Сисакян. Конкуренцию «Нике» могла составить только идея расширения участия ОИЯИ в исследованиях ЦЕРН. Что ж, вполне достойная и даже заманчивая идея, однако ее реализация потребовала бы очень больших средств, во-первых, а во-вторых, при этом становился невостребованным огромный опыт, накопленный в Дубне при создании и эксплуатации ускорителей, и обрекался на забвение нуклотрон, запущенный героическими усилиями. Делая

окончательный выбор, А.Н. Сисакян наверняка учел мощь и традиции ускорительной школы ОИЯИ. Он, как вспоминает ученый секретарь ЛФВЭ Д.В. Пешехонов, досконально знал Институт, был в курсе всех направлений и экспериментов, помнил всех сотрудников по именам, имел представление о калибре, месте и потенциале каждого. Не исключено, что Алексей Норайрович испытывал желание приблизить ОИЯИ к ЦЕРН – ведь это уникальный научный центр по количеству, разнообразию и качеству установок, но все же сказал решительное «нет» и твердой рукой направил институтский корабль в автономное плавание. Не в последнюю очередь, наверное, по прагматическим и патриотическим соображениям: тесно сблизиться с ЦЕРН означало строить их ускоритель за деньги ОИЯИ.

Теперь давайте взглянем на выбор не с позиций стратегии развития, научной политики, международного престижа, а просто глазами ученого, готового с головой окунуться в выразительно описанную А.С. Сориним горячую ядерную «кашу», сваренную на коллайдере «Ника». Что в ней безмерно привлекательного? Сама эта «каша», поясняет Д.В. Пешехонов. Потому что она, скорее всего, и есть праматерия! И это из нее образуются частицы материи. Образуются в фазовом переходном процессе на границе между состояниями вещества. Тут либо из «каши» получаются «комочки материи», либо материя разваливается, превращается в «кашу». Механизм этого процесса, говорит Пешехонов, совершенно непонятен. Что должно произойти, чтобы свободные кварки-«кирпичики» соединились, причем очень хитро, так, что извлечь их из частиц уже невозможно? Неизвестно. А раз так, то изучение этой области чрезвычайно интересно. И актуально – кто знает, вдруг этот таинственный механизм ляжет в основу какой-нибудь потрясающей технологии?..

Теперь взглянем на ситуацию глазами зарубежного физика, который безоглядно устремится к «Нике». Что потянет его в Дубну? Та же непреодолимая страсть к истине, тот же трепет от прикосновения к праматерии. За эксперимент на коллайдере ОИЯИ ему будет не жаль заложить душу... Потому что нигде больше такой возможности нет. Потому что немецкий ускорительный комплекс в Дармштадте, нацеленный на эти же задачи, появится на несколько лет позже дубненского. Потому что ЦЕРН, при всех его очевидных достоинствах, сосредоточен на изучении других областей, напоминает Д.В. Пешехонов. Повышая и повышая энергию пучка ускорителя, там рассчитывают найти пестрый рой новых частиц, новую физику. Но пока безрезультатно. Может быть, надо

погружаться не по шкале энергий, а по шкале плотностей? Однако для такого погружения нужны другие ускорители, наподобие будущего ускорителя «Ники», другие источники тяжелых ионов, наподобие созданных в ОИЯИ и называемых, по фамилии автора, «донцами».

Вот вам и еще одна причина, по которой ОИЯИ решением А.Н. Сисакяна не стал полностью ориентироваться на ЦЕРН: разные пути, способы, техника и технологии погружения в вещество. Даже отчасти противоположные. Но, конечно же, ведущие к одной цели.

Обретение мега-статуса

Летом 2011 года, когда выполнение проекта «Ника» шло своим чередом, он – благодаря газетам, телевидению и радио - внезапно стал известен всей стране под именем мега-сайенс проекта «Комплекс сверхпроводящих колец на встречных пучках тяжёлых ионов – ускорительно-экспериментальный комплекс NICA/MPD, Объединенный институт ядерных исследований, Дубна». Он вошел в число шести мегапроектов, отобранных Комиссией при Министерстве образования и науки Российской Федерации для внедрения на территории России. Их воплощению – политически, организационно, финансово - должно покровительствовать государство. Взамен оно рассчитывает получить от ученых, конструкторов и инженеров «тяжелую научную артиллерию» - опережающие мировой уровень установки завтрашнего дня, без которых невозможно развитие в стране науки и прорывных технологий.

Почему именно сегодня это особенно важно, председатель Правительственной комиссии по высоким технологиям и инновациям, тогдашний премьер-министр В.В. Путин, сформулировал в четырех тезисах на прошедшем 5 июля в ОИЯИ выездном заседании Комиссии, которое подробно освещала пресса.

Во-первых, сказал Путин, подобные проекты, ведущие к появлению исследовательских установок мегакласса, нацеленных на результаты нобелевского уровня – не просто вопрос национального престижа. Они позволяют концентрировать ресурсы на приоритетных направлениях, по сути, осуществлять прорыв в будущее – сначала в фундаментальных знаниях, а затем и в технологиях.

Во-вторых, как показывает опыт других стран, вокруг мегапроектов формируются целые научные кластеры, полноценная инновационная инфраструктура, которая способна трансформировать фундаментальные знания в новые технологии и новые продукты, заниматься коммерциализацией научных разработок.

В-третьих, благодаря таким мегапроектам решается важнейшая проблема кадров. При современном уровне мобильности в науке более или менее бессмысленно административными мерами бороться с утечкой мозгов. Единственный надёжный способ – сделать так, чтобы именно в нашей стране исследователи (и российские, и зарубежные) могли наиболее успешно реализовывать свой потенциал, чтобы талантливая и перспективная научная молодежь имела возможность создать себе имя именно здесь, в России, работать при этом на самом современном и уникальном оборудовании.

И наконец, в-четвертых. Научные мегапроекты стимулируют развитие территорий, высокотехнологичных и наукоемких производств, служат привлечению инвестиций и, что особенно важно, внедрению современных методов управления и международной кооперации в научной сфере.

Собственно, ничего необычного, тем более сверхъестественного, в мегапроектах для российской научной элиты нет. Об этом премьер-министр тоже сказал. Уже сегодня, по его словам, наши учёные участвуют в реализации четырех международных мегапроектов, внося в них интеллектуальный и финансовый вклад. Это Большой адронный коллайдер в ЦЕРН, термоядерный реактор ИТЭР во Франции, европейский лазер на свободных электронах, ускоритель тяжелых ионов в Германии. А о наших собственных мегапроектах, реализованных в России, напомнил участникам заседания директор ОИЯИ академик В.А. Матвеев. Это, например, строительство знаменитого синхрофазотрона в ОИЯИ. Больше того, таким проектом было само создание на территории России крупного международного научного центра – Объединенного института ядерных исследований. И этим ценным опытом надо разумно пользоваться.

Он подсказывает: форма мегапроекта в СССР – России всегда была, что называется, ко двору, потому что всегда остро ощущалась необходимость концентрации ресурсов, особенно на жизненно важных для страны направлениях. Для наступления широким фронтом их не хватало. И то, что спустя всего 12 лет после Великой отечественной войны, в 1957 году, в СССР был выведен на орбиту

первый спутник и пущен самый мощный на то время ускоритель в мире, знаменитый синхрофазотрон в Дубне, есть прямое следствие тогдашнего умения страны концентрироваться для реализации мегапроектов.

Синхрофазотрон, расположенный в точке концентрации интеллектуальных ресурсов - Дубне, позволил советской науке совершить настоящий прорыв. Об обнаруженной на нем частице «анти сигма минус гиперон» в СССР знали все, от мала до велика, а ОИЯИ, став центром притяжения для ядерщиков планеты, обрел подлинную, а не формальную международность, совершенно необходимую для научного учреждения, желающего работать на острие... Но через два года, в 1959-м, в ЦЕРН ввели в строй более мощный ускоритель PS с энергией протонов 25 ГэВ против 10 ГэВ в Дубне и кольцом 628 метров против 200 метров у синхрофазотрона. На какое-то, тоже совсем короткое время, инициативу у Европейского центра перехватил советский ускоритель У-70 на 76 ГэВ с кольцом в 1500 метров, построенный в Серпухове, где проводились международные эксперименты, но мировым лидером он не стал, ибо в разных странах активно строились другие мощные машины и вскоре в ЦЕРН появился синхротрон на 400 ГэВ.

Почему же в Серпухове упустили свой шанс? Ведь поначалу к нам устремились сотни ученых из Франции, Италии, Германии, США. Советский ускорительный центр стал сосредоточием лучших специалистов мира. Не утечка умов, а, наоборот, их приток – вот ситуация тех лет. Правда, воспользоваться этим интеллектуальным изобилием для создания полноценной научной среды мирового уровня тогда оказалось непросто: уж очень закрытым было советское общество, не поощрявшее внеслужебных контактов с иностранцами.

Сегодня среди причин называют именно эту закрытость, вообще говоря, «отсутствие международной» – в отличие от ОИЯИ, серпуховский институт, работая с зарубежными физиками, сохранял типичные советские порядки. Или же главное в том, что У-70 изначально не был мега-сайенс проектом, хотя возможность сделать его таковым обсуждалась, рассматривались варианты создания установки высшего класса, способной конкурировать с БАК? Но У-70 так и не обрел мегастатус, и из затеи ничего не вышло. Крупные научные проекты, как показывает международный опыт, нельзя реализовать только своими силами, в первую очередь из-за вполне объяснимого недостатка в отдельно взятой стране специалистов требуемого уровня. При всем уважении к национальным школам, есть вещи, которые в других странах делают лучше. Например, японцы и финны

великолепно делают поляризованные мишени, однако и они, и прочие мировые лидеры предпочитают работать над крупными проектами в составе международных коллективов, и это упрямый факт, с которым не поспоришь.

Логика этапности

С 1957 года, со времени первого спутника и дубненского синхрофазотрона, в СССР и России не был реализован ни один мега-сайенс проект. Хотя они, безусловно, выдвигались. Вот и сейчас их выдвинуто целых 28, а могло бы быть и больше. И, по крайней мере, шесть из них должны быть воплощены при участии и поддержке государства. А три – в первую очередь.

Среди этой, потенциально великолепной, шестерки, и даже тройки, значится и «Комплекс сверхпроводящих колец на встречных пучках тяжёлых ионов – ускорительно-экспериментальный комплекс NICA/MPD, Объединенный институт ядерных исследований, Дубна», то есть, неформальным языком, – «Ника».

Нуждается ли теперь сделанный на перепутье выбор ОИЯИ в каком-то дополнительном обосновании? Уже нет. А ведь для многих это был совсем не очевидный выбор в стиле «драмы идей» – не просто выбор темы, предмета исследований, машины, сооружаемого объекта, но выбор научной политики. Его, наверно, будет полезно всесторонне проанализировать, оценить вес высказанных, и даже невысказанных, но готовых сорваться с языка, аргументов, влияние разнообразных факторов, убедительность расчетов, силу искушений, давление авторитетов, важность интересов и чистоту помыслов.

Знаменательно, что выбор все-таки получил дополнительное обоснование. Уже когда началась реализация проекта. Со стороны практики, которая, как известно всем, служит критерием правильности теорий и решений.

Формально реализация проекта «Ника», как и записано в Семилетнем плане развития ОИЯИ и зафиксировано в «Дорожной карте», началось с началом финансирования в 2010 году и идет так, как и должно идти. Но так уж сложилось, что фактически она началась раньше – тогда, когда в 1–м корпусе ЛФВЭ приступили к сооружению нуклотрона, которому вскоре суждено стать важнейшим элементом мега-сайенс установки. Поэтому первый этап реализации имеет одну особенность, объяснял через полтора года после его официального старта соруководитель проекта, директор Лаборатории физики высоких энергий им. В.И.

Векслера и А.М. Балдина ОИЯИ, доктор физико-математических наук, профессор Владимир Кекелидзе: в рамках первого этапа проекта «Ника» характеристики нуклотрона по всем подсистемам приводятся в соответствие с современными требованиями. Ради этого проводится масштабная модернизация установки. Одновременно на ней идут интересные эксперименты по радиобиологии, новой ядерной энергетике - ведь это первый и пока единственный в России и второй в Европе сверхпроводящий ускоритель тяжелых ионов, основанный на криогенных технологиях XXI века.

С появлением в ОИЯИ нуклотрона и начала опытов на выведенных пучках, восстанавливает логику событий Владимир Дмитриевич, потребовались помещения для необходимой аппаратуры и самих экспериментаторов. С этой целью был построен корпус 205 – «гектар под крышей», как называют его в Лаборатории. Сегодня необходимо параллельно с развитием ускорительного комплекса создать в 205-м современную экспериментальную базу, привлекательную и конкурентоспособную для международных коллективов исследователей. А помня о стратегии, говорил Кекелидзе, на этом первом этапе придется затратить серьезные усилия на совершенствование оборудования по доставке пучков нуклотрона, выводимых в 205 корпус, развитие здесь всей экспериментальной инфраструктуры, в целом – модернизации «под общий уровень мегапроекта». Это позволит значительно раньше конца 2017 года, не дожидаясь пуска коллайдера, захватить передний фронт по энергии в той интересной области, где изучают процессы фазовых переходов, и получить лишний шанс опередить коллег-конкурентов из GSI (Дармштадт, Германия) с их программой исследований горячей и плотной материи.

К «этапности» проекта NICA/MPD в ЛФВЭ пришли к середине 2011 года. То есть не сразу. Высказывались вполне естественные желания сразу приступить к сооружению коллайдера. Но постепенное решение главной задачи было признано более конструктивным. Кроме опережающего начала экспериментов по исследуемой научной проблеме, оно обеспечивало и другие преимущества. Скажем, быстрый выход на интересную физику в новой, становящейся конкурентоспособной области энергий, тем более что интерес к ней со стороны международного научного сообщества возрастает. Или повышение качества пучков ускорителя, что возможно только при совместной творческой работе ускорительщиков и экспериментаторов. Едва ли не главным аргументом в пользу «этапности» была возможность показать международной научной

общественности, что специалисты ОИЯИ могут и умеют работать на собственной экспериментальной базе в современных условиях. Это позволяло начать формирование международных исследовательских коллективов, что, в свою очередь, должно было стать первым шагом по пути формирования крупных международных коллабораций для работы над мега-сайенс проектом.

В 60-70-х годах прошлого века на синхрофазотроне ОИЯИ творческие коллективы работали в формате больших (десятки и даже сотни ученых) международных коллабораций, в которых участвовали многие специалисты из стран-участниц ОИЯИ. Когда же передовой фронт исследований переместился в другие научные центры, частично обескровленная Дубна стала терять традиции и опыт, забывать навыки решения масштабных организационных вопросов. Возобновить и поддерживать их можно только на домашних экспериментах – так звучал тезис Кекелидзе. Они позволят вернуться к эффективной «организации труда», необходимой в современной науке. Ничего не поделаешь, ОИЯИ, как принимающей организации, придется вновь «прорубать окно в Европу». Придется восстановить и привести в соответствие с цивилизованным уровнем все так называемые сервисные службы, поскольку в экспериментах «мега» масштаба участвуют не только ученые, но и многие другие специалисты, например, инженеры и техники широкого профиля, геодезисты, дозиметристы и многие другие. Приступив к формированию необходимых служб, ОИЯИ на практике опробует используемые в мире подходы, получит необходимый опыт и поднимет инфраструктуру на высоту, соответствующую статусу мега-сайенс проекта.

Следующий его этап – непосредственное создание коллайдера. Здесь очень многое зависит от таланта и целеустремленности ускорительщиков. Нужно не просто достичь высоких энергий, обеспечить стабильность пучков, выйти на ряд рекордных параметров, что уже само по себе является сложной профессиональной задачей, но и заставить пучки сталкиваться так, чтобы получить самую показательную картину. Образно эта задача может быть представлена как задача столкновения точно «острием к острию» двух тонких иголок, разгоняемых навстречу друг другу на дистанции в полкилометра до огромной скорости. Применительно к ядрам атомов это означает, что нужно сфокусировать пучки ядер так, чтобы ядро попало точно в ядро из встречного пучка. Для решения этих задач требуется перейти на следующий уровень технологий, инженерной и технической культуры проектирования и производства. Решить их хотя бы частично еще до стадии запуска коллайдера - значит

увеличить кредит доверия ученого мира к проекту, доказать, что ОИЯИ может проводить высококлассные конкурентоспособные научно-экспериментальные и методические работы на высшем уровне. Тогда и формирование коллабораций пойдет успешнее, и уверенности прибавится, и весь процесс ускорится.

Принципы реализации

Соображения по «этапности» вошли в обоснование мегапроекта NICA/MPD, то есть, по сути, в обоснование необходимости его государственного финансирования, поданное Объединенным институтом ядерных исследований в Министерство образования и науки России после памятного визита в Дубну В.В. Путина и членов Правительственной комиссии по науке и инновациям. Начиналась более детальная проработка отобранных комиссией Минобрнауки мегапроектов, составление «дорожных карт», рассмотрение вопросов управления ими. В качестве удачного примера управляющей организации мега-сайенс проекта в ОИЯИ предлагали рассмотреть модель ЦЕРН и, в частности, коллаборации «Атлас». Она включает 238 институтов из 70 стран и насчитывает более 7 тысяч участников. Это очень крупное международное сотрудничество имеет свой бюджет и структуру управления, а ЦЕРН, используя свой авторитет и привилегии, предоставляет ей свою инфраструктуру, обеспечивая при этом необходимую инженерную, техническую, информационную и прочую поддержку, оформление заказов и контрактов, ведение бухгалтерского учета.

Впрочем, этот пример относился уже к несколько иной сфере – к принципам реализации мега-сайенс проекта. Таких принципов несколько. По-видимому, они окончательно прояснились к середине 2012 года. Приведем их так, как они изложены в статье В.Д. Кекелидзе, напечатанной в №17 журнала «Человек. Энергия. Атом».

На первое место – достаточно неожиданно – директор ЛФВЭ ставит эффективное освоение ресурсов, называя это не таким уж простым делом и подчеркивая, что деньги на реализацию «Ники», выделенные в полном объеме, как намечено в Семилетнем плане, тратятся также в полном объеме. Неужели же потратить сложнее, чем выделить? Но в нынешних масштабах средства на науку не поступали в Институт, вероятно, полвека, со времен сооружения синхрофазотрона, так что опыта рационального расходования больших сумм в ОИЯИ нет, а по мере приобретения этого опыта выясняется, что эффективно

освоить выделяемые ресурсы – действительно специфическая, даже профессиональная задача. Чтобы обеспечить погружение в материю в научных экспериментах, надо сначала с головой окунуться в земные прозаические, сугубо материальные дела: снабжение, поставки, бухгалтерский учет, размещение заказов, поиск нужных подрядчиков. При этом надо держаться в русле современных тенденций, не выходить за границы коридора возможностей и ограничений... «Сами мы в ОИЯИ, - писал В.Д. Кекелидзе, - в силах сделать ряд первоклассных, по мировым меркам, блоков для ускорителей: источник тяжелых ионов, так называемый «источник Донца», магниты, основанные на сверхпроводящей фирменной дубненской технологии, разнообразные детекторы для экспериментальных установок. И будем делать эти элементы сами. А все остальные постараемся заказать там, где их изготавливают на высочайшем мировом уровне. Для этого придется определить лучших производителей, организовать тендер, минимизировать затраты и пр. Следуя этим принципам, в прошлом, 2011 году, мы освоили чуть меньше 9 миллионов долларов, в этом, 2012-м, предстоит освоить больше 16 миллионов. Это внушительная сумма. Даже наши американские коллеги, которые давно работают в условиях полного финансирования, причем, совсем в других масштабах, в период создания коллайдера RHIC убедились, по их словам, что эффективно потратить полтора десятка миллионов долларов в год – весьма непростая задача. Ведь ты отвечаешь за каждый цент, за каждую копейку, а значит, сам, прежде всего, должен предельно четко понять, что тебе нужно и у кого это есть.

Взять, например, один из важнейших элементов нашего будущего ускорительного комплекса – линейный ускоритель, обычно называемый «Линак». Имеющийся на Нуклотроне Линак не отвечает требованиям проекта «Ника», нужен новый. Чтобы найти его изготовителя, мы объявили тендер. В конкуренцию вступили несколько крупнейших институтов и фирм. После экспертизы их заявок и изучения возможностей была выбрана команда из Франкфуртского университета, готовая поставить Линак «под ключ» по техническому заданию ОИЯИ. Это очень опытная команда, в активе которой поставка подобного ускорителя в Брукгейвенскую национальную лабораторию и в научные центры Японии. Машины блестяще себя зарекомендовали, работая уже почти 15 лет. К тому же, цена, которую запросили во Франкфурте, оказалась ниже, чем та, которую называли наши отечественные производители (а ведь речь, замечу, идет о

миллионах евро). Контракт подписан, процесс пошел. Через полтора-два года Линак будет смонтирован в Дубне.

На таких же принципах мы собираемся реализовать весь проект «Ника». Так работает весь цивилизованный мир, справедливо полагая, что каждый должен делать то, что умеет лучше других. Если уж заимствовать, то самое лучшее, потому что все элементы мегапроекта должны быть передовыми в своей области. И если что-то самое лучшее есть в Германии, Японии или Новосибирске, нужно взять это в Германии, Японии и Новосибирске и интегрировать в мегапроект».

Вести работы с опережением графика, сохраняя при этом здоровую дозу разумного консерватизма, – второй выделенный Кекелидзе принцип. Основываясь на опыте ЦЕРН и других серьезных зарубежных научных центров, на первом этапе реализации, как правило, следует использовать уже известные технологии, добавляя к ним умеренное количество элементов новизны. На дальнейших этапах развития нужно постепенно увеличивать долю новых технологий. Разумный консерватизм требует не слишком забегать вперед, не перегружать проект «самым-самым передовым», иначе он станет неподъемным.

Уже на ранней стадии надо начинать реализацию инновационных составляющих мегапроекта, которые могут и должны заиграть яркими красками (так сформулирован третий принцип). В том числе для того, чтобы, не ограничиваясь пусковым минимумом, дать шанс участвовать в исследованиях российским научным организациям, финансовые возможности которых не позволяют им работать с адекватной отдачей в авторитетных международных центрах. Но при запланированном обеспечении ресурсами их на это не хватает. Откуда же можно ждать притока дополнительных средств? Логично, если их обеспечит статус мега-сайенс проекта. Они очень важны для России, это главная интеллектуальная база высокотехнологического обновления страны, локомотив процесса развития отечественной науки, поэтому было бы правильно открывать государственное финансирование по мере необходимости, а не со второй половины процесса реализации, как в случае «Ники». Тем более что инновационная составляющая дубненского мегапроекта очевидна, она сформулирована на стадии представления и рассматривалась как его органичная часть. Она включает три инновационных блока.

Там, где хорошая наука, там и хорошие инновации

Первый блок – «Энергия и трансмутация». Здесь, во-первых, сосредоточены технологии дезактивации отходов ядерной энергетики путем облучения и переработки и, во-вторых, технологии новой, безопасной атомной энергетики, вообще говоря, поиск альтернативных энергетических источников. В этой сфере выдвинуто множество идей, как в России, так и за рубежом, а в ОИЯИ сложилась плодотворно работающая международная коллаборация «Энергия плюс трансмутация». С появлением «Ники» она получит уникальные возможности для своих экспериментов и разработки концепции ускорителя, что позволит создать мощный, компактный, экономически приемлемый источник релятивистских частиц для практической реализации ядерно-пучковых технологий по переработке радиоактивных отходов.

Второй блок – медицинские технологии. Те дубненские сверхпроводящие магниты, что используются в комплексе «Ника», отличаются быстрым нарастанием магнитного поля, экономичны с точки зрения потребления электроэнергии и компактны. Все это позволяет им эффективно работать в системах управления лучевой терапией, шире – в целом семействе медицинских технологий. Кроме того, лучевая терапия эволюционирует в сторону использования ионных пучков, воздействие которых можно сделать более точечным и точным по сравнению с пучками протонов. Лаборатория физики высоких энергий располагает требуемыми для перспективных медицинских технологий источниками ионов и может обеспечить их развитие, например, участвуя в создании экспериментальных лечебных центров с тяжелоионной компонентой.

Наконец, третий, «космический», блок включает два направления исследований. Во-первых, испытание электроники в условиях жесткого излучения ускорителей, моделирующего галактическое, ибо даже единичное попадание тяжелого иона в электронное устройство может вывести его из строя. На комплексе «Ника» будет набираться статистика отказов и отрабатываться система защиты (по-видимому, от излучения с энергией больше 1 ГэВ на нуклон ее не существует, но можно и нужно построить эффективную систему дублирования в случае отказа отдельных элементов). Во-вторых, что имеет непосредственное отношение к проблеме выживания космонавтов во время полета, - изучение биологического действия тяжелых ионов, которое неизбежно скажется на людях, находящихся в открытом космосе. Эти исследования выполняются на пучках нуклотрона, а впоследствии будет выполняться на

ускорителях комплекса «Ника», который станет хорошим тестовым полигоном для проверки космических программ.

Это только некоторые из возможных инноваций, так как способность генерировать их – родовая черта мега-сайенс проекта. Способность доводить их до ума – тоже. Такой проект обладает и стратегическим, и тактическим потенциалом. Прогностические качества соединяются в нем с возможностью воплощать предвидения. Большие исследовательские проекты обязательно приносят и конкретные результаты – прямые и косвенные, хотя, возможно, не сразу, а по прошествии какого-то времени, убежден Кекелидзе. Прямые результаты проявятся в изобретениях, в технических устройствах. На этом пути человечество обрело электричество, электронику, криогенику, ядерную энергетику, лазеры, сотовую связь, спутниковую навигацию и множество других вещей, без которых трудно представить современную цивилизацию. Косвенные результаты появляются, когда фундаментальная наука востребует для своих нужд пока еще не существующие технологии, когда ученые идут на предприятия к технологам и вместе с ними отрабатывают задачи. Одно дело насаждать те же нанотехнологии сверху, из министерств, отчитываясь за «освоение» бюджетных средств. Совсем другое, когда при реализации мегапроекта NICA/MPD потребуются, допустим, особый сверхпроводящий кабель, которого еще нет у промышленности. Если от него зависит судьба эксперимента, ученые будут его заказывать и биться за достижение требуемых характеристик, пока не получат желаемого.

Современная история доказала на сотнях примеров, продолжает директор ЛФВЭ, что, как правило, именно центры по реализации значительных проектов дают толчок к развитию технологий. Сверхзначительные проекты – мегапроекты – будут способствовать этому в гораздо большей степени, чем деятельность каких-то специализированных громоздких корпораций. Уже можно представить, что дает стране работа над такой грандиозной научной задачей в социально-экономическом плане. Причем, даже без учета вклада коллабораций, который наверняка будет внушительным.

Вот показательный, прямо «из-под руки», пример. Для реализации «Ники», то есть воплощения прорывной научной идеи потребуются сверхпроводящие магниты и фирменные детекторы, созданные в ОИЯИ. Их не умеет делать больше никто в мире, при их производстве используются уникальные технологии, это бренд Дубны, но бренд пока «нераскрученный». Теперь волей-неволей придется

сооружать высокотехнологичные линии по выпуску суперферрик-магнитов, где институтские наработки наконец-то будут использоваться на полную мощность, и по производству специфических straw-детекторов (легких трубчатых детекторов, название которых происходит от английского слова «солома»), а также другого передового оборудования. Благодаря быстрому развертыванию в ЛФВЭ технологической линии по сборке, тестированию и сертификации СП-магнитов энергосберегающие системы и технологии начнут все дальше проникать во все сферы жизни, не говоря уже о научных физических установках. Будущее современных ускорителей – это, конечно, СП-магниты. Решено, например, что их используют в готовящейся модернизации ускорителя PS в ЦЕРН, который входит в состав комплекса БАК. СП-магниты могут найти применение в экономичных протонно-ядерных ускорителях для релятивистской ядерной энергетики, обеспечивая их высокий КПД, а также в радиоуглеродных медицинских установках – синхротронах – на энергию примерно 400 МэВ. Дубна может играть здесь лидирующую роль. Именно на базе ОИЯИ логично довести имеющийся инновационный задел до совершенства.

Одним из решающих аргументов в пользу включения «Ники» в первую шестерку, а внутри нее – в первую тройку российских мегапроектов, стала готовность создаваемой установки послужить основой ряда государственных программ (стратегический аспект), которые могут быть реализованы, в том числе, и в особой экономической зоне «Дубна» при финансировании из российского бюджета (аспект воплощения). Если это произойдет, российские институты, участвующие в коллаборации, могут получить прямые бюджетные вливания. Прецедент есть: через финансирование организаций, участвующих в создании Большого адронного коллайдера в ЦЕРН, в начале 90-х была запущена Госпрограмма российского участия в реализации проекта. Так что мегапроект, при кажущейся заоблачности и оторванности от жизни, в действительности очень практичен. Нет ничего практичнее хорошей идеи, частенько повторяли великие физики XX века. Как теперь выясняется, этот закон на все времена прекрасно применим к мега-сайенс проектам.

Свой вклад в современный технологический арсенал обязательно внесет и NICA/MPD. Исследуя сверхплотную ядерную материю, физики будут работать на нескольких масштабах (уровнях) – наноуровне, фемтоуровне (десять в минус пятнадцатой степени). Чтобы опуститься на них, потребуются новые технологии.

Их волей-неволей придется создавать. Когда они появятся, возникнут точки роста инноваций.

Подвижки реальности

Инновационная составляющая «Ники» может быть реализована за счет дополнительных ресурсов, а получить их поможет именно статус мегапроекта. Однако, рассчитывая на мега-сайенс, стратегию и тактику все-таки нужно строить исходя из имеющихся ресурсов, держа в уме возможность более благоприятного развития событий – притока новых бюджетных вложений. Так может звучать четвертый принцип реализации большого современного проекта в России. Сидеть и ждать обещанные, даже выделенные, но задерживающиеся дополнительные средства нельзя, это может отнять год или два. Поэтому надо двигаться вперед таким образом, чтобы в любой момент можно было принять и начать осваивать сверхплановые деньги.

Что ж, Институт к этому готов. Сверхплановые деньги не пропадут. Если поступят. Сейчас же, летом 2013 года, самое главное в эпопее с «Никой» для дубненцев просто то, что проект реализуется. Ведь это вселяет уверенность в будущем ОИЯИ, а как свидетельствует весь наш опыт жизни в новой России, ничто так не греет душу, как уверенность в будущем.

Выбор 2005-2009 годов оказался абсолютно верным: Институт имеет шанс на развитие и достойное место в авангарде мировой науки только в случае появления в его арсенале мощных физических установок мега-сайенс класса, в первую очередь, «Ники». А вот есть ли шанс на благополучное завершение мегапроекта? Есть...если не разразится какая-нибудь глобальная катастрофа. На взгляд ОИЯИ, очень важно, что при Президенте Путине создан, скажем так, «малый совет по инновациям», в который вошел заместитель главного инженера Института Г.В. Трубников, отвечающий за модернизацию нуклотрона. Хотя, наверное, даже этот «малый совет» не в силах приблизить момент начала дополнительного государственного финансирования «Ники». В.В. Путин на памятном заседании Правительственной комиссии в Дубне 5 июля 2011 года, говоря о тех благах, которые могут принести стране мега-сайенс, отметил, что предприятие это очень дорогое, иногда стоимостью в десятки миллиардов долларов... Значит, продолжим мысль, если государству приходится платить половину, а проектов шесть, то... то понятно, почему сроки отодвинуты на несколько лет.

Да, на всех не хватит, но дело не только в этом. Фундаментальная наука – вечно недолюбленное дитя государства – и российского, и советского, и вновь российского. На космос, на атомный проект, на создание крупнейшей в мире минерально-сырьевой базы, на электроэнергетику, не металлургию, на тяжелую индустрию, на прочие плоды инженерно-технических наук средств хватало, здесь страна держалась вровень с куда более технологически продвинутым Западом. К тому же, если инженерно-технические дисциплины хоть частично, но могли себя прокормить, то фундаментальная наука оставалась целиком на иждивении власти. Вот и на погружение в глубины материи – то есть на чистые и бескорыстные поиски божественной истины – нужна санкция сильных мира сего, соблаговоление на получение строго отмеренной доли в национальном достатке, без чего не построишь теорию, не сделаешь экспериментальную установку, не проведешь эксперимент.

В XXI веке претензии фундаментальной науки на увеличение этой доли обоснованно растут. Потому что растет вклад науки в национальный продукт. «Наукоемкие технологии», «знаниеемкая экномика», «инновационная отрасль» не просто модные словосочетания, употребляемые к месту и не к месту. В них отражаются значительные изменения реальности. Когда признанным, причем на уровне верхнего уровня власти, локомотивом прогресса становится фундаментальная наука, когда порожденные ей мега-сайенс продукты определяют и производят технологии завтрашнего дня, ее вес серьезно возрастает. Отношения между ней и властью постепенно смещаются в сторону равноправия. Нет, между ними не вспыхивает любовь, это вряд ли возможно – у них все-таки разные группы крови, они молятся разным богам, они погружены в разную материю. Просто негласно переписывается общественный договор. Наука перестает сидеть в передней. Ей достается все более заметная часть сырьевых доходов, которые оборачиваются сооружением гигантских и могучих машин для погружения в вещество. И если это так, то значит, мир все-таки устроен правильно. Значит, мы можем дожить до той поры, когда его правильность будет видна невооруженным взглядом. А вот до чего мы доживем (почти) обязательно, так это до того времени, когда мега-сайенс проекты второго поколения будет полностью финансировать государство – с начала и до конца.

В помощь мегапроектам первого поколения, поколения «Ники», дополнительные средства придут с драматическим опозданием. Сейчас в Дубне рассчитывают их получить лишь в 2016 году, хотя поначалу отчего-то надеялись

на 2013, а потом на 2014 год. А раз обещанные госбюджетные деньги действительно поступят тогда, когда поступят, придется за два остающихся до пуска года сделать то, что должно быть сделано за четыре при разумном графике и по ресурсам, и по людям, и при соблюдении строительных норм и правил. И это достаточно сильно осложнит жизнь ОИЯИ. Она уже немного напрягается. Если исходить из правильного темпа и ритма воплощения идеи, технологической вооруженности, профессионализма кадрового корпуса Института, то ситуацию можно признать вполне приемлемой. Если же из обеспеченности финансами... Средств, выделенных в рамках Семилетнего плана развития ОИЯИ, тоже не хватает, потому что в процессе обсуждения мегапроекта NICA/MPD в него были внесены заметные изменения – в интересах всей коллаборации, в научных интересах членов Ученого совета ОИЯИ, крупных исследователей непрерывно корректировать проект, чтобы не отстать и от конкурентов, и просто от времени. Это привело к удорожанию сердца мегапроекта, собственно «Ники». Решено строить кольца коллайдера не в имеющемся экспериментальном корпусе, а в отдельном здании, а это другие деньги по сравнению с теми, что заложены в Семилетку. Но если вы собираетесь эксплуатировать машину 20-30 лет, то нужно место для размещения оборудования исследовательских программ, которых за такой срок наверняка наберется много.

Казалось бы, самый естественный путь выдержать оптимальный график финансирования мегапроекта – увеличить взносы участников коллаборации. Однако финансовый вопрос для многих из них, особенно небольших и не слишком богатых стран, традиционно весьма сложен. Может быть, для них фундаментальная наука не то, что недолюбленное, а совсем уж чужое дитя? Должны ли они жертвовать первостепенными потребностями ради отвлеченных изысканий? Видимо, должны... Нет, обязаны. Развитие науки, или хотя бы поддержание определенного научного уровня, – верное средство от деградации и дебилизации людей, неизбежной в обществе безудержного потребления. В стране должны поддерживаться высокоинтеллектуальные школы: физическая, математическая, экономическая... Это не подвергается сомнению.

Что касается физической, она обязательно должна подпитываться идеями и атмосферой крупных международных центров. Какой тут выбор у европейцев? Женева с ЦЕРН или Дубна с ОИЯИ. Либо и то, и то. Но ЦЕРН дорог. Для вхождения в этот престижный научный клуб требуется уплатить очень серьезный взнос... и получить квоту на пять человек. Воспитание национальных кадров в

такой ситуации затруднено. В Дубне куда более щадящий экономический режим. ОИЯИ – просто идеальный полигон для подготовки собственных специалистов. Здесь мощные школы, причем свои, советские, теперь российские, в отличие от ЦЕРН, где собственных кадров экстра-класса не так уж много, почти все делают пришлые коллаборанты. Приезжая в ОИЯИ, зарубежные физики окунаются в эти школы с их неповторимой творческой атмосферой, работают на качественных научных установках, в том числе на западных, доступ к которым получают благодаря командировкам из той же Дубны. Они дорожат работой в Институте, а Институт высоко ценит их участие. Так что у государств-членов ОИЯИ, несмотря на болезненные проблемы с экономикой или с обновлением власти, есть осознанный интерес к созданию «Ники».

Прожить и без фундаментальной науки вообще-то можно. Но плохо, в технологической отсталости.. Хорошо – нет. Но причем здесь, скажем, создаваемые теоретиками ОИЯИ модели проникновения друг в друга сталкивающихся ядерных «глыб», поведения материи в сверхплотной «каше», возникновения новых состояний материи, ради подтверждения или опровержения которых строится дубненский коллайдер? В чем их смысл для нас? Для страны?.. В том, что эти состояния рано или поздно могут использоваться для удовлетворения тех или иных практических потребностей, – отвечает теоретик А.С. Сорин. Мы широко используем сверхпроводимость – когда-то новое, неизвестное состояние материи. Используем состояния, связанные с превращениями материи в энергию – на этом основано и атомное оружие, и атомная энергетика. Поль Дирак когда-то сказал, что любая красивая математика, в конце концов, найдет применение. Так и есть. Электродинамика Фарадея и Максвелла работает в телевизоре и мобильном телефоне. Именно из фундаментальной науки вырастают новые технологии. Они создаются тогда, когда решается какая-то конкретная фундаментальная проблема. Чего стоит одна «Всемирная Паутина» (www-Интернет), на которую, ставя чисто физические эксперименты, набрали в ЦЕРН! Здесь гордятся и открытиями в физике, и тем, что здесь работали нобелевские лауреаты, и тем, что в ЦЕРН родился современный Интернет, который фактически создал новую культуру. Стоимость «world wide web» – сотни триллионов. А теперь благодаря БАК создается новая модель вычислений – ГРИД. Ее во всем мире уже используют для медицины, экологии, наук о Земле и т.д. Поэтому БАК окупил себя уже тысячу раз...

Сегодня передовая фундаментальная наука делается на установках мега-сайенс класса, и эта тенденция становится все отчетливее. Поэтому участники складывающейся вокруг проекта NICA/MPD коллаборации прямо заинтересованы в его реализации. Потенциальными членами международной команды уже являются ОИЯИ, Россия как страна, представленная Министерством образования и науки, Германия в лице аналогичного ведомства, Болгария, Украина и Беларусь. Возможно присоединение Казахстана. На август намечена встреча в Дубне с участием президента Фонда Гельмгольца, который фактически контролирует подавляющее большинство научных центров, занимающихся высокими энергиями, в том числе все крупнейшие немецкие центры. Размер Фонда – около 70 миллиардов долларов... Собственно, на встрече и будет оформлено создание коллаборации, вернее, ее первого круга. В него стремятся также остальные страны-члены ОИЯИ, для чего им придется уплатить дополнительный взнос, отдельный от взноса в ОИЯИ. Конечно, на августовской встрече не будут говорить о деньгах, речь пойдет исключительно о научных интересах. Будет определено, в чем они состоят, какова специфика участия стран, какова инновационная составляющая проекта. Получив ответы на эти и другие вопросы, выработают конкретную программу поддержки той или иной исследовательской задачи и определят масштаб финансирования.

Центр кристаллизации

Стоит добиться первых успехов в полномасштабной реализации мегапроекта, как физики Европы и Америки пролоббировать его в своих финансовых органах, ресурсы потекут к уже накопленным ресурсам, аппаратура дополнит аппаратуру, ученые поедут туда, где есть подходящие для работы условия, где концентрируется интеллект. Так будет создана необходимая среда.

Это особая среда. В ней и только в ней рождается знание. Тот, кто изучал иностранный язык, согласится, что над учебником можно сидеть год и ничего не добиться, а окунувшись в языковую среду, заговоришь через месяц. Так же и в науке. Находясь в благоприятной среде, приобретаешь знания и навыки, которые не возьмешь из учебников. Если вас окружает особая интеллектуальная среда, то ваш интеллектуальный багаж пополняется даже за чашкой кофе в баре, даже здесь вы впитываете обобщенный коллективный опыт, который, собственно, и есть знания.

Среда определяет шкалу и масштаб знаний. В современном мире нужно говорить об интернациональной среде, хранящей и преумножающей знания всего человечества. Одна из ведущих лабораторий Кембриджа украшена изречением: «Помните, что 99 из 100 инноваций реализуются за границей». Да, сегодня нельзя замыкаться в национальных рамках. Поэтому, считает директор ЛФВЭ Кекелидзе, и надо говорить не только о возвращении уехавших за рубеж ученых, а о строительстве дороги с двусторонним движением. Пусть наши мозги утекают на Запад, а западные мозги перетекают в Россию. Тогда мы вольемся в международную научную среду, зайдем в ней прочное место и будем получать постоянные импульсы для развития технологий.

Но это произойдет лишь в том случае, если будут приниматься амбициозные и даже самые амбициозные проекты верхнего уровня, по-настоящему прорывные мегапроекты. Таковым является сегодня проект NICA/MPD. Благодаря ему дорога Россия-Запад превращается в магистраль с двусторонним движением, а ОИЯИ, как международная организация с более чем полувековым опытом и традициями, как нельзя лучше обеспечит необходимую среду для плодотворной работы. В Дубну уже начинается приток умов из-за границы, в том числе, само собой, из стран-участниц ОИЯИ. Город, и так славящийся своей особой творческой атмосферой, с началом реализации мегапроекта превращается в центр кристаллизации идей и разработок верхнего уровня. Для нашего государства это вполне посильная задача, а Дубна во многих отношениях – одно из самых подходящих мест в России для возникновения такого центра. Никто сейчас не может сказать, какие открытия будут сделаны в столь насыщенной питательной среде. Когда она существует, то, решая какую-то одну проблему, обычно получают значимые результаты и на других направлениях.

Для возникновения центра кристаллизации необходим первоначальный импульс и дальнейший целенаправленный нажим, подкрепленный как политически, так и материально. Скорее всего, искрой стало рождение идеи «Ники» – фактически, заявки на изучение проблем возникновения и эволюции Вселенной, значимость которых сопоставима со значимостью фундаментальной науки, которая в союзе с философией предполагают наличие глубинной связи между явлениями в микромире и мегамире. В последние 15-20 лет в физике высоких энергий находят все больше соответствия между ними. По большому счету, смысл проекта заключается именно в том, чтобы получить уверенные ответы на важнейшие вопросы естествознания. А когда появляется шанс их

получить, целенаправленный нажим со стороны научного сообщества возникает сам собой. Оно самоорганизуется ради достижения важнейшей для себя цели...

Поэтому не удивительно, что из искры разгорелось пламя: проект перерос локальные рамки и куда быстрее, чем обычно бывает, получил мировую известность и одобрение. Однако пионерные задачи такой сложности могут быть решены при весомом участии международного научного сообщества и под постоянным реферированием, критическим анализом международных экспертных комитетов, которые доброжелательно указывали бы на слабые места, предлагали пути коррекции, давали бы ценные советы и рекомендации. Проект попал в поле зрения постоянно действующего высокоавторитетного Европейского комитета по будущим ускорителям (ECFA) и специально образованного для этого проекта Ускорительного консультационного комитета (MAC). В него входят высококвалифицированные эксперты, участвовавшие в создании установок мирового класса в ведущих лабораториях Европы, Америки, Японии. Они следят за тем, как идет реализация проекта, и регулярно обсуждают ситуацию в режиме телеконференций или личных встреч в Дубне. Кроме того, поддерживаются близкие дружеские, если не сказать – родственные, отношения со многими российскими институтами. Активное участие в проекте принимают Институт ядерных исследований РАН (ИЯИ, Москва), Институт физики высоких энергий (ИФВЭ, Протвино), Институт ядерной физики им. Будкера (ИЯФ, Новосибирск), ИТЭФ и другие научные центры. Стабильны и плодотворны контакты с ведущими международными центрами, такими как ЦЕРН и лаборатория GSI в Дармштадте (Германия).

Без преувеличения, в реализации проекта сегодня заинтересована вся мировая научная общественность. Иначе ведущие физики из многих стран не участвовали бы в «Белой книге» по проекту. Предисловие к ней написал крупнейший авторитет, нобелевский лауреат Т.Д. Ли из США. В письме, обращенном к академику А.Н. Сисакяну, директору ОИЯИ, он писал, что создание коллайдера выведет Россию на самые передовые позиции в изучении Вселенной.

Кстати, и авторитетное международное рецензирование проекта, и работа ведущих ученых над «Белой книгой» велись и ведутся совершенно бескорыстно. Координационные комитеты работают исключительно на общественных началах. За такую помощь в достойных делах коллег в науке, как правило, не платят. Крупнейшие специалисты мира считают своим долгом посильно помогать и участвовать в выдающихся исследованиях. Для настоящих ученых это честь.

Оплата труда для них не главное, они довольствуются тем минимумом, который обеспечивает им достойную жизнь. Таковы законы той среды, где живет и плодоносит наука.

Интеллектуальный магнит

Среда эта складывается по кирпичику, по зернышку. Интеллектуальный магнит мегапроекта притягивает ученых, и каждый привозит с собой частичку той творческой атмосферы, что царила в его лаборатории, институте, центре. Проект БАК привлек в ЦЕРН талантливую молодежь со всего мира, реализующую свои научные интересы и амбиции. Произошла накачка интеллектом, страстью и волей. В подобной накачке очень нуждается Дубна – без нее не удастся создать вокруг проекта не просто творческой, а, по выражению Кекелидзе, бурлящей энтузиазмом творческой атмосферы.

Что ж, Лаборатория физики высоких энергий начинает пополняться талантливыми специалистами молодого поколения, оценившими перспективы «Ники». Это, говорит ученый секретарь Д.В. Пешехонов, видно, что называется, глазами. Триада «фундаментальная наука – инновации – образование» работает в ОИЯИ не на словах, а на деле. Десятки молодых ребят, не считаясь со временем, работают над детекторами будущего коллайдера. Они уже многое умеют и не планируют никуда «утекать». Им здесь интересно, они неплохо зарабатывают. А главное, они надеются на перспективу – больше, правда, перспективу научной карьеры, меньше – удовлетворения своих социальных запросов, например, решения жилищной проблемы. (Но и она постепенно решается. В новом институтском доме для молодых сотрудников предназначен целый подъезд социального жилья, предоставляемого людям на время работы в ОИЯИ.) С чем у связанной с «Никой» молодежи нет проблем, так это с зарплатой. Ее стараются держать на достойном уровне, подкрепляя достаточно обширной программой грантов. Иногда, рассказал Пешехонов, руководители молодых даже обижаются: я, мол, его учу, а он получает больше...

В поле притяжения мегапроекта попадают талантливые, честолюбивые, энергичные... То время, когда выпускники МФТИ и МИФИ массово рвались в банки, прошло, они охотно идут в науку, однако в Лаборатории с горечью отмечают, что уровень образования в новой России снизился. К тому же, практика показала, что магнитом для молодых может, скорее, стать не мегапроект, а сама мега-сайенс установка. Энергия и амбиции все-таки не синоним энтузиазма.

Реализация проекта, особенно в условиях недостатка средств, – дело трудное, не пугающее только энтузиастов из энтузиастов, настоящих пассионариев. Большинство же (и это вполне в человеческой природе) предпочитает приходить на готовое. Желаящих шесть лет «пахать по-черному» не слишком много. То же самое наблюдалось и в ЦЕРН в период строительства БАК. Зато сейчас от желающих поработать в Женеве нет отбоя.

Рядом с пятеркой молодых российских детекторщиков трудятся маститые физики из Китая, активно участвующего в реализации мегапроекта. В ЛФВЭ можно встретить немцев, американцев. Группа молодых болгар тоже занята детекторами. Поляки работают на ускорителе. Чехи – над вакуумными установками. Новый «Линак» – забота немцев из Франкфурта. В августе 2013 его уже привезут в Лабораторию. Зарубежное участие нарастает, хотя и не так быстро, как хотелось бы, но на все нужно время. Страны-члены ОИЯИ, и не только они, включились в материализацию составляющих «Ники» знаниями, кадрами, технологиями, даже своими производственными возможностями. Ведь мегапроект, формулирует Д.В. Пешехонов, «это не то, что вы дайте нам денег, а мы их потратим». Нет, это размещение заказов в институтах и на предприятиях России и других стран, участвующих в коллаборации, после ее оформления, то есть оживление экономики, создание и поддержка высокотехнологичного производства..

А в целом, повторим, на взгляд из ОИЯИ главнейшим в переживаемом моменте кажется то, что мегапроект, несмотря ни на что, деловито и буднично реализуется. Чтобы состоялось погружение в плотную горячую материю микромира, надо сначала погрузиться в упрямую житейскую материю макромира. Да, ситуация с дополнительным финансированием не безоблачна, но установка сооружается, продолжаются международные семинары, съезжаются отовсюду физики, отслеживают и обсуждают ход работ, подмечают огрехи, критикуют, советуют, рекомендуют, пишут меморандумы. Пополняется «Белая книга». В срок проходят ученые советы, программные комитеты и «круглые столы» – самая, наверное, демократичная и пассионарная форма общения. На этих «широкозахватных столах» авторитетные эксперты еще и еще раз оценивают и уточняют научную программу мегапроекта. Ведь то и дело появляются новые интересные идеи, и раз уж они возникли, их надо просчитать, смоделировать, привязать к ускорителю и детектору, посмотреть, как можно использовать и сформулировать, если потребуются, дополнительные требования к машине.

Вокруг «Ники» – не географически, а сущностно, словно вокруг ядра – сложилась самая настоящая, без всякого преувеличения, сетевая структура. Все участники проекта, какую бы роль они в нем ни играли, на связи со всеми. Тем более что на «круглых столах» и других научных встречах нет начальников и подчиненных, есть только люди, обсуждающие предмет общего интереса и общей заботы, в котором, собственно, и заключается их жизнь.