

КУРЧАТОВ И ОГРА

Н.Н. Семашко

В статье автор делится воспоминаниями о встречах и беседах с И.В. Курчатовым, о постоянном интересе, который И.В. Курчатов проявлял к исследованиям, проводившимся в отделе Л.А. Арцимовича в ЛИПАНе, в частности о его роли в создании термоядерной установки ОГРА и коллектива экспериментаторов, теоретиков и инженеров, работавших на ней.

KURCHATOV AND OGRA. N.N. SEMASHKO. The author shares his memoirs on meetings and conversations with I.V. Kurchatov, on continuous interest shown by I.V. Kurchatov in research studies performed in the division headed by L.A. Artsimovich in LIPAN, in particular on his role in creation of the thermonuclear facility OGRA and of the team of experimenters, theorists and engineers running it.

Игорь Васильевич Курчатов сыграл большую роль в моей жизни особенно на ранней стадии после окончания института. Его образ, эрудиция, работоспособность, решительность, манера принятия решений и их проведение в жизнь, умение организовать дело и следить за его выполнением, при всем этом доброжелательное и внимательное отношение к людям, отсутствие показного начальственного поведения, исключительная выдержка, умение владеть собой, ровное расположение духа и в то же время жесткая требовательность оставили неизгладимое впечатление.

Я расскажу о личном общении с И.В. при различных обстоятельствах, оставляя в стороне его государственную и общественную деятельность, которая активно велась в те годы.

Мое первое знакомство с Игорем Васильевичем состоялось в саду на территории Института атомной энергии летом 1953 г. В то время центральная часть территории была засажена плодовыми деревьями, а здания располагались по периферии. И.В. любил в утренние часы гулять по дорожкам сада, достаточно пустынным. Он обязательно здоровался со встречными. Я любил ходить от центрального входа до здания Отдела электроаппаратуры, где работал, через сад.

После нескольких случайных встреч с И.В. он остановил меня, и состоялся первый разговор. Я рассказал о своей работе в отделе Л.А. Арцимовича (в секторе Г.Я. Щепкина) по разработке системы стабилизации напряженности магнитного поля с высокой точностью для электромагнитной сепарационной установки с большой дисперсией, предназначенной для разделения изотопов тяжелых элементов. Высокий красивый человек с черной бородой внимательно рассматривал меня умным пронизательным взглядом, доброжелательно и с большим интересом расспрашивал о работе. Такие встречи в саду были редкими, но каждый раз он выслушивал меня и делал интересные замечания по самой сути проблемы.

Тематика моей работы менялась. В институте предполагалось соорудить линейный ускоритель протонов на 40 МэВ. Л.А. Арцимович решил в своем отделе

провести моделирование динамики ускорения и фокусировки частиц на первом каскаде ускорителя с трубками дрейфа с квадрупольными линзами внутри них на ионах висмута. В те времена от принятия решения до его воплощения сроки были небольшие. Численные расчеты динамики ускорения и фокусировки частиц в модели ускорителя были проведены Л.С. Соловьевым, а экспериментальный стенд был сооружен в подвале здания Отдела электроаппаратуры. Л.А. попросил директора Радиотехнического института академика А.Л. Минца разработать и поставить высокочастотный (ВЧ) генератор с распределенной нагрузкой для резонансного ускорения ионов висмута. Были проведены эксперименты по ускорению. Они показали хорошее совпадение с расчетами. Я рассказывал И.В. об этой работе, и он заинтересовался методикой эксперимента. Как я потом понял, это сыграло определенную роль в моей дальнейшей работе.

В то время Игорь Васильевич обратил серьезное внимание на ведущиеся термоядерные исследования и счел необходимым привлечь большие силы на новое направление. Он считал: термоядерная энергетика — ветвь атомной энергии, которой мы еще не владеем, и решил, что ИАЭ должен нести основную ответственность за термоядерные исследования. Что касается строительства линейного ускорителя протонов, эти работы надо передать Алиханову. В связи с принятыми решениями в 1957 г. эксперименты на модели ускорителя были прекращены.

В апреле 1956 г. И.В. Курчатов в составе правительственной делегации совершил поездку в Англию. Он рассказал в Харуэлле о советских термоядерных исследованиях. Доклад Курчатова положил начало рассекречиванию работ по этой тематике во всем мире. Исследования с 1951 г. велись в СССР на небольших установках под руководством Л.А. Арцимовича. Теоретические работы возглавлял М.А. Леонтович. Эти исследования были тогда строго засекречены, и первые наши публикации появились в 1956 г. только после доклада Игоря Васильевича в Англии.

Летом 1957 г. в мое отсутствие (я был в командировке) И.Н. Головин посетил экспериментальный зал, где была сооружена модель ускорителя. Она имела внушительный вид: длиной 6 м со сложной системой ВЧ-питания, вакуумной системой, ионным источником со стабилизированным питанием и пр. Вероятно, это произвело на него впечатление, поскольку спустя небольшое время Игорь Николаевич вызвал меня к себе (в то время Головин был заместителем директора ИАЭ). На протяжении двух часов он рассказывал о термоядерных исследованиях, об идеологии накопления горячей плазмы в открытой адиабатической ловушке, о планах по сооружению крупной экспериментальной установки Огра («один грамм нейтронов», как ее потом в шутку называли). Игорь Николаевич предложил мне перейти на работу в его сектор и немедленно приступить к проектированию и сооружению электронной модели Огры.

При новой встрече с И.В. я рассказал ему о разговоре с И.Н. Головиным. Курчатов сказал о необходимости развития термоядерных исследований, о привлечении молодежи и посоветовал принять предложение И.Н. Головина. Л.А. Арцимович согласился с моим желанием перейти на термоядерные исследования. В то время такой переход было оформить просто, поскольку сектор И.Н. Головина входил в состав отдела Арцимовича. Так началась моя деятельность в области управляемого термоядерного синтеза, которая продолжается и поныне.

Моя работа сразу началась по двум направлениям: непосредственно по модели, для чего потребовалось вникнуть в структуру большой установки, и по проекту инжектора молекулярных ионов с энергией до 200 кэВ. До ввода специального здания для Огры мы размещались в здании БЭП, специально построенном для закрытых работ по термоядерным исследованиям.

30 декабря 1957 г. Игорь Васильевич доложил Н.С. Хрущеву о перспективах нового направления, связанного с управляемыми термоядерными реакциями, и в связи с этим о необходимости создания крупных экспериментальных установок. В частности, было принято правительственное решение о сооружении открытой адиабатической ловушки в рамках термоядерных исследований.

Утром 1 января 1958 г. Игорь Васильевич вызвал к себе домой И.Н. Головина и меня и при участии К.Д. Синельникова рассказал о правительственном одобрении строительства установки в кратчайшие сроки (до открытия Второй Женевской конференции по мирному использованию атомной энергии). Для привлечения ленинградских организаций, и в первую очередь ОКБ завода «Электросила» под руководством Е.Г. Комара, в тот же вечер Игорь Николаевич выехал в Ленинград. Началась активная деятельность по проектированию, изготовлению оборудования и сооружению установки. Темпы, которые были заданы, я не могу сопоставить ни с какими другими впоследствии.

По распоряжению Курчатова было выделено недостроенное здание на территории института. Начались его достройка и сооружение зала для установки. И.В. освободил И.Н. Головина от должности заместителя директора ИАЭ и назначил начальником созданного объекта Огра. Приблизительно каждые одну или две недели Игорь Николаевич и я вместе с ним или порознь ездили к Е.Г. Комару, где проводились оперативные совещания под руководством Н.А. Монозона по ходу выполнения планов изготовления оборудования установки.

И.В. Курчатова знал о ходе работ и оперативно оказывал неоценимую поддержку в привлечении других организаций. Здесь проявились его лучшие черты как крупного руководителя, способного вникать в проблему и предлагать ее решение в организационном плане с учетом технических возможностей предприятий. При этом он проводил жесткую политику по выполнению принятых решений. В большинстве случаев создание коопераций многих организаций, различных по своей специализации, осуществлялось по инициативе И.В. Курчатова и было эффективным благодаря его умению поддерживать совместные работы. В нашем случае было важно, что ОКБ имел большой опыт по строительству крупных установок (ускорителей в Дубне), а Научно-исследовательский институт вакуумной техники, руководимый С.А. Векшинским, специализировался на разработке средств высоковакуумной откачки с большими скоростями. Трудно теперь назвать всех участников. Активно участвовал в сооружении Огры и Д.В. Ефремов — министр электропромышленности. И.В. очень тепло относился к нему. Их дружба, как я понял, началась еще в Ленинграде.

Неоценима роль И.В. Курчатова в создании Огры — от решения крупных организационных задач и инженерных проблем, от интереса к физическим задачам до организации встреч с нарождающимся коллективом Огры. Он и в дальнейшем уча-

ствовал в корректировке экспериментальных работ на установке, интересовался результатами опытов и подбадривал коллектив в сложных обстоятельствах.

После возвращения из Англии Курчатов организовал общесоюзный семинар, на котором рассматривался широкий спектр исследований, но в основном по управляемым термоядерным реакциям. Это была хорошая школа для всех. Многим предстояло овладеть новой областью — физикой плазмы. Игорь Васильевич конспектировал сообщения и доклады, задавал много вопросов. Он всегда носил с собой небольшую книгу для записей с курьезным заголовком «Д. Неру. Автобиография». Семинар давал возможность знакомиться с новейшей информацией, а для И.В. он был продолжением контакта с людьми. Он умел слушать выступающих, извлекать даже из сбивчивого сообщения необходимые сведения. Удивительно тонко отличал умное, прогрессивное, новое. Семинар проводился с двухнедельным циклом, Курчатов старался не нарушать его, и сам вел семинар. Молодежь называла это мероприятие ХЛИВС — хитрая ловушка Игоря Васильевича. Он знал о названии, и многие считали, что он сам его автор.

Помимо семинара И.В. часто приглашал сотрудников Огры к себе в домик. Это существенно помогало в становлении коллектива, повышало его ответственность и ускоряло работу. Возникали и юмористические сценки. В памяти остался получивший широкую известность случай. Мы составили на больших листах ватмана перечень работ с широким спектром: от существенных до незначительных по сложности. Представили Игорю Васильевичу. И.В. выслушал нас, а затем рассказал анекдот о продавце в халате на восточном базаре и шорохе орехов. Он предложил свернуть листы ватмана и принести взвешенный, ориентированный на главное план работ со сроками их выполнения. Этот случай стал нам хорошим уроком.

Электронная модель Огры была быстро построена и запущена еще в период сооружения всей установки. Начался визуальный анализ траекторий в магнитной ловушке с помощью передвигающегося вдоль оси флюоресцирующего экрана. Проводилось определение областей отражения частиц от пробок, направление дрейфа частиц по азимуту в зависимости от угла ввода электронного пучка и меняющейся конфигурации магнитного поля. В то время это связывалось с необходимостью подавления так называемой желобковой неустойчивости и в конечном счете привело к созданию магнитных полей с «минимумом В».

Игорю Васильевичу нравилась простота эксперимента и его наглядность. Впоследствии был снят фильм, который демонстрировали иностранцам. Но было ясно, что получаемая информация ориентировочна и она не может отвечать на основные вопросы по удержанию частиц в ловушке. И.В. привлек сотрудников кафедры математики физического факультета, руководимой А.Н. Тихоновым (среди них А.Г. Свешникова, Д.Н. Костомарова, Ю.Н. Днестровского и др.), с которыми на протяжении десятилетий у нас сложились хорошие творческие отношения. Их численные расчеты на ЭВМ оказали существенное влияние на дальнейшее развитие исследований по динамике частиц в ловушках с различными конфигурациями магнитных полей, и в том числе с «минимумом В». Все это послужило обоснованием для сооружения в дальнейшем Огры-2, 3 и 4. И.В. Курчатов проявлял большой интерес к этим расчетам. Мне вспоминаются его беседы с математиками о развитии вычислительной техники и ее возможностях для экспериментов.

В течение 1958 г. сооружение Огры было в основном закончено, проведен монтаж оборудования и наладка главных узлов. И.Н. Головин много усилий уделил подбору кадров. Он обсуждал с И.В. состав инженерных служб, необходимых не только для эксплуатации крупной установки, но и для введения новых современных средств. Монтажом установки Огра занимался А.В. Честной, который имел большой опыт по строительству ускорителей в Дубне. Была организована сильная служба электротехники, руководителем которой был назначен К.З. Тушабрамишвили, переведенный из Ленинграда от Е.Г. Комара. Эта служба провела наладку систем электропитания, в том числе осуществила ввод 200 кВ системы стабилизированного питания ионных источников. Была создана квалифицированная вакуумная служба под руководством Ю.М. Пустовойта. При поддержке Научно-исследовательского института вакуумной техники была проведена огромная работа, направленная на достижение глубокого вакуума в большом объеме. Было организовано квалифицированное конструкторское бюро, которым руководили Т.П. Чупахин и И.А. Чухин.

Игорь Васильевич прекрасно понимал необходимость организации квалифицированного инженерного коллектива и серьезно помогал в привлечении для этих целей многих предприятий Москвы, Ленинграда и других городов страны. Организованные им связи сохранялись на протяжении многих лет и сыграли существенную роль по введению новых технологий и их использованию в реальных условиях крупного эксперимента. В течение первых же двух лет на Огре сформировался слаженный коллектив научных работников, инженеров, конструкторов, лаборантов и рабочих.

К концу 1958 г. появилась возможность провести физический пуск установки. Это было серьезным испытанием для молодого коллектива. Игорь Васильевич любил наблюдать, особенно вечером, когда у него было свободное время, за наладочными работами. Его интересовало все: вводимая инженерная техника, физическая аппаратура и многие другие элементы, которые по тем временам были на передовом уровне. Его присутствие, внимание к существу, обсуждение трудных моментов особенно сильно влияли на молодежь. Он обладал способностью загружать сотрудников, вовлекать людей в напряженную работу. При этом видно было, что сам он очень много трудился. Часто любил поступать так, что, поручив много дел, на прощание говорил шутливо: «Ну, иди, отдыхай». Все понимали важность эксперимента, необходимость четкости и аккуратности в управлении сложной многофункциональной инженерной системой.

12 января 1959 г. в день рождения И.В. Курчатова был проведен эксперимент по введению в первый раз пучка молекулярных ионов с энергией 120 кэВ в установку. Опыт оказался удачным, пучок можно было наблюдать через торцевое окно в камере Огры. Появился объект для физических исследований. И.В. не скрывал своей радости. Поздравлял всех нас и говорил, что это только начало. Мы поздравляли его и благодарили за то огромное внимание, которое он уделял созданию и пуску Огры.

Особенность магнитных ловушек заключается в образовании горячей, не требующей нагрева плазмы, и основная задача состоит в накоплении и удержании

ионов высокой энергии в объеме ловушки достаточно длительное время. Поэтому достижение в объеме ловушки глубокого вакуума, введение сильноточного пучка высокой энергии из инжектора и исследование процессов накопления, подавления возникающих неустойчивостей и многие другие явления — все это стало задачей исключительной сложности и предметом глубокого исследования. Благодаря большому содействию И.В. Курчатова начал действовать сильный коллектив физиков-экспериментаторов, который принял на себя преодоление первых трудностей по вводу пучка и объяснению наблюдающихся явлений. Здесь определяющая роль принадлежала Г.Ф. Богданову, Д.А. Панову, В.И. Пистуневичу. В дальнейшем коллектив исследователей пополнили физики-теоретики: сложность явлений требовала серьезного внимания и обсуждения.

Игорь Васильевич особенно любил приходить на пульт вечером, наблюдать за работой физиков и инженеров, участвовать в обсуждении физических процессов. Ему это очень нравилось. Было постоянное стремление увязывать физику с техникой, искать практическое решение задач. Экспериментаторы с большим вниманием и интересом вовлекались в эти обсуждения. Отношения были доброжелательными, но в то же время требовательными.

Курчатов не любил поверхностного отношения к делу, нарушений дисциплины, невыполнения принятых решений. Тогда он возмущался и делал резкие замечания. Я думаю, что эти наблюдения за работой новой установки и проведением экспериментов с участием большого коллектива людей разных профессий, прямое участие в этом процессе сыграли определенную роль в замыслах по созданию новых крупных термоядерных установок. В частности, при сооружении в Харькове крупного стелларатора. Конечно, Игорь Васильевич не мог уделять много времени участию в экспериментах, но его систематическое присутствие и доброжелательное отношение к персоналу всегда способствовали созданию деловой обстановки в коллективе.

Большое внимание было уделено диагностическим средствам и обработке экспериментальных данных. По инициативе Курчатова были привлечены сотрудники сектора электроники А.А. Маркова: Софиев, Яковлев, Воронин и другие, которые помогли становлению организованной на Огре группы П.А. Мухина. За короткое время было разработано и изготовлено множество электронных схем для расшифровки процессов в плазме. Изготовлены усилители постоянного тока, не имевшие аналогов в мире, разработана схема обрыва вводимого пучка в микросекундном диапазоне для определения времени жизни ионов в ловушке. Большое значение имел изготовленный хронотрон для определения состава остаточного газа в вакуумной камере ловушки. В определенные периоды почти каждое утро И.В. приезжал на короткое время и внимательно знакомился с реализацией принятых решений, был требователен к их исполнению.

Здесь нужно сделать маленькое отступление. Вместе с пуском инжектора и вводом пучка ионов в Огру, за что отвечал я, параллельно велись исследования на электронной модели. К тому времени в отделе появились совсем молодые люди — дипломники московских вузов. Все они работали хорошо. Один из них В.М. Балебанов проводил эксперименты на модели. Она располагалась на первом этаже зда-

ния. В последние месяцы жизни Игорю Васильевичу стало трудно подниматься на второй этаж, на пульт Огры. И он приходил в эту комнату молодых сотрудников, где и проводил обсуждения и знакомился с делами. Внимательно выслушивал молодежь, рассказывал о возможностях снабжения, обещал содействие. При необходимости брался за телефонную трубку и, когда чувствовал сопротивление или необоснованное возражение своего собеседника, в его голосе появлялись жесткость и требовательность. Подчас и к достаточно высоким чинам.

И.В. Курчатов стремился к сотрудничеству с зарубежными учеными. Огромную роль в развитии международных связей сыграла лекция в Харуэлле. Во время визита Дж. Кокрофта осенью 1958 г. И.В. познакомил его с термоядерными исследованиями, показал Огру, и тот пришел в изумление от темпов создания установки.

Для расширения кругозора молодежи он организовал в августе 1959 г. поездку делегации физиков в Швецию (Упсала) на Международную конференцию по ионизационным явлениям в газах. Для большинства из нас это явилось первым посещением за границы и непосредственным общением с зарубежными учеными. Можно только представить, какие усилия потребовались с его стороны.

В конце 1959 г. было принято решение о поездке И.В. Курчатова в составе правительственной делегации во Францию, аналогично хорошо известной поездке в Англию. Игорь Васильевич решил, что нужно подготовить доклад по экспериментам на Огре — самой большой термоядерной установке в то время. Он поручил мне написать сценарий кинофильма для иллюстрации предполагаемого его доклада. Были даны соответствующие указания в Госкомитет по атомной энергии. Пришлось заняться организационной работой, познакомиться со съемочной группой, руководимой известным режиссером-документалистом Дмитрием Боголеповым и его молодым помощником Игорем Гостевым.

Был январь 1960 г. Мы встречались очень часто в домике И.В. Курчатова. Он чувствовал себя плохо и иногда лежал в постели, а я сидел на стуле около него и корректировал подготовленный конспект сценария, зрительного ряда (объектов съемок) и сопроводительного текста. И.В. прекрасно сознавал состояние своего здоровья и держался очень мужественно. В начале февраля ему стало легче, сценарий был уже написан и составлен план съемок объектов. Он даже посетил в Харькове К.Д. Синельникова по поводу предполагаемого строительства стелларатора.

6 февраля Игорь Васильевич утром приехал на Огру веселый и оживленный, рассказал о намечаемом строительстве крупной установки масштаба Огры, при котором будет целесообразно использовать опыт нашего коллектива. В зал уже привезли киноаппаратуру, и расположилась бригада для проведения съемок установки. Игорь Васильевич предупредил меня, что мы должны встретиться завтра к вечеру, когда он приедет с дачи, чтобы провести уточнение сценария и текста из будущего доклада. Это была последняя моя встреча с Игорем Васильевичем.

...На другой день около 12 часов дня мне позвонил Игорь Николаевич и сказал, что Игорь Васильевич скончался...

Фильм был снят, показан в институте и находится в хранилище. Текст в фильме из доклада Игоря Васильевича читал Левитан.