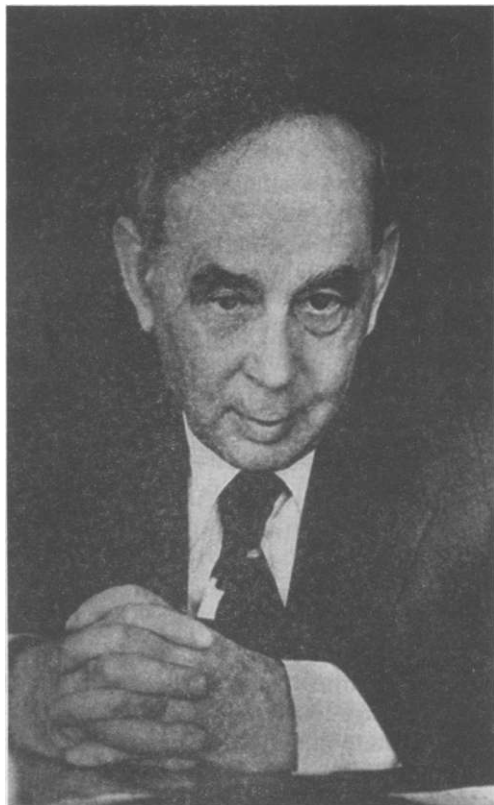


АКАДЕМИК И.М. ФРАНК И СОВЕТСКИЙ АТОМНЫЙ ПРОЕКТ



Основой для статьи об участии лауреата Нобелевской премии академика И.М. Франка в советском Атомном проекте послужили архивные документы Первого главного управления (ПГУ) при Совете министров СССР. Их анализ свидетельствует о важном вкладе И.М. Франка в экспериментальное изучение физических характеристик первых ядерных уран-графитовых реакторов и водородной бомбы РДС-6 благодаря организации в ФИАНе измерений необходимых для них ядерных констант. Представленная информация — одно из многочисленных документальных свидетельств серьезного вклада учёных Академии наук в Атомный проект СССР. Значительная часть архивных документов ранее не публиковалась.

В советском проекте по созданию отечественного атомного оружия участвовали многие выдающиеся учёные, в том числе лауреаты Нобелевской премии академики В.Л. Гинзбург, Л.В. Канторович, П.Л. Капица, Л.Д. Ландау, И.Е. Тамм, И.М. Франк. Об основополагающем вкладе Ильи Михайловича Франка в развитие современной ядерной и нейтронной физики хорошо известно [1, 2, 3]. Настоящая статья посвящена его научной деятельности, относящейся к обоснованию физических характеристик первых уран-графитовых реакторов и заряда водородной бомбы, она

подготовлена на основе изучения рассекреченных архивных документов ПГУ.

Предыстория советского Атомного проекта. В мае 1944 г. заместитель председателя СНК СССР М.Г. Первухин обратился к И.В. Сталину с запиской "О проблеме урана", в которой он, в частности, предлагал привлечь к работам Лаборатории № 2 дополнительные силы — учёных-физиков, занимающихся вопросами, близкими к проблеме урана, например, привлечь профессора Д.В. Скобельцына с группой его молодых сотрудников из Физического института Академии наук [4, с. 72].

26 мая 1944 г. начальник Лаборатории № 2 И.В. Курчатов, который к этому времени был назначен правительством научным руководителем работ по урану, писал к М.Г. Первухину:

"В соответствии с Вашим поручением привлечь к работе над проблемой сотрудников группы Д.В. Скобельцына в Физ[ическом] институте Ак[адемии] наук я вёл в течение последних дней переговоры по этому вопросу с профессором] Скобельцыным, профессором] Векслером и профессором] Франком.

Выяснилось, что профессор Скобельцын согласен принять участие в работе, включив в план деятельности на 1944 лаборатории атомного ядра Физ[ического] института Ак[адемии] наук ряд новых тем" [5, с. 79].

Указанные в записке учёные были хорошо известны И.В. Курчатову: И.М. Франк — по совместной работе в постоянной Комиссии по атомному ядру при Физико-математическом отделении АН СССР и оргкомитетах всесоюзных совещаний по атомному ядру, а Д.В. Скобельцын был его коллегой по ЛФТИ — Ленинградскому физико-техническому институту АН СССР. Процитированное письмо И.В. Курчатова — первое среди многочисленных его обращений в правительство о привлечении большого числа институтов и учёных к работам по Атомному проекту.

Благодаря усилиям И.В. Курчатова в ФИАНе в середине 1944 г. сформировалась первая научная группа, которая стала заниматься экспериментальным и теоретическим изучением научных проблем ядерных реакторов, в первую очередь уран-графитовых, наряду с работами, проводимыми в Лаборатории № 2.

15 мая 1945 г. Государственный комитет обороны (ГКО) утвердил "План научно-исследовательских работ Лаборатории № 2 АН СССР по проблеме на 1945 г." [6] и обязал академика И.В. Курчатова разработать в 1945 г. эскизный проект уран-графитового и тяжёловодного реакторов, а также подготовить задание на первую атомную бомбу. Кроме того, было дано поручение ФИАНу

выполнить научно-исследовательские работы по тематике, согласованной с Лабораторией № 2. Это первое правительственное поручение ФИАНу провести изучение ядерных реакций для разрабатываемых ядерных реакторов.

Архивные документы свидетельствуют о том, что в 1944–1945 гг. экспериментальные работы по физике ядерных реакторов осуществлялись лишь в двух научных институтах: Лаборатории № 2 под руководством И.В. Курчатова и ФИАНе (И.М. Франк).

Начальный период Атомного проекта характеризуется особыми мерами государственного управления. 20 августа 1945 г. организуется Специальный комитет под председательством Л.П. Берии и ПГУ при Совмине СССР под руководством бывшего наркома боеприпасов Б.Л. Ванникова. При Спецкомитете первоначально работали Научный и Инженерно-технический советы, а с марта 1946 г. при ПГУ функционировал только Научно-технический совет (НТС), председателем которого был Б.Л. Ванников, с 1949 г. — И.В. Курчатова.

подавляющее большинство принципиальных организационных и научно-технических вопросов и проектов в обязательном порядке обсуждалось на этих советах, а предварительно — на заседаниях отраслевых секций НТС или специально организованных комиссий под руководством ведущих учёных. Протоколы с решениями НТС утверждались руководством ПГУ, и в организации они не рассылались (сейчас протоколы хранятся в Российском государственном архиве новейшей истории — РГАНИ и в архиве госкорпорации “Росатом”). Поэтому секретариат НТС готовил поручения за подписью руководства ПГУ администраторам и учёным, названным в решениях НТС.

Протоколы заседаний НТС ПГУ рассекречены Росатомом четыре года назад. При ознакомлении с подлинниками протоколов видно, что практически все они имеют гриф “совершенно секретно/особая папка” (сс/оп). В приводимых в статье выдержках из протоколов гриф секретности оставлен без изменений, как свидетельство государственной важности работы.

Следует заметить, что в период создания Атомного проекта действовал исключительно строгий режим секретности, в частности, от исполнителей требовалось использование в служебных документах различных условных обозначений и внесение в текст отдельных терминов и фамилий от руки (например, нейтрон, протон, дейтрон и т.д.); природный уран обозначался как А-9, олово; *олово-119 — уран-239; продукт 120 — дейтерий; иттрий, продукт 130 — тритий; магний — литий, брызги — ионы, котёл, агрегат — реактор* и т.д. Эти названия использованы в приводимых

ниже документах; термины, вписанные от руки, отмечены курсивом с подчёркиванием.

Исследования физических характеристик уран-графитовых решёток в ФИАНе. Несмотря на кратковременность существования лаборатории И.М. Франка, уже в августе 1945 г. И.В. Курчатова и И.К. Кикоин в справке об исполнении вышеупомянутого постановления ГКО от 15 мая 1945 г. “О состоянии и результатах научно-исследовательских работ” указывали:

«По способу “котёл уран—графит” (руководитель работ академик И.В. Курчатова) [...]»

2. Разработана теория расположения урана в котле и выполнены тепловые расчёты (проф. Зельдович Я.Б., проф. Померанчук И.Я., проф. Гуревич И.И., проф. Франк И.М., проф. Файнберг Е.Л.^{х)}» [7, с. 307].

Примечание составителя: ^{х)}здесь и далее правильно Фейнберг Е.Л.

Спустя месяц в отчёте “Общие условия работы атомного котла” от 10 сентября 1945 г. при анализе условий работы ядерного реактора И.В. Курчатова отмечал: “Резонансное поглощение вычислялось по формулам, выведенным сотрудниками Физического института Академии наук проф. Франком и Файнбергом, распространившим в 1945 году теорию Померанчука и Гуревича на блоки любых размеров. Константа в их формулах, однако, была изменена. [...]» [8, с. 119]. Из этого документа следует, что результаты исследований И.М. Франка и Е.Л. Фейнберга использовались в расчётах первых уран-графитовых реакторов, разрабатываемых в Лаборатории № 2.

28 сентября 1945 г. Спецкомитет при Совнаркомом СССР утвердил предложения своего Технического совета о плане дальнейших научно-исследовательских и практических работ в области использования атомной энергии, в котором было предусмотрено следующее поручение ФИАНу по котлам (реакторам): «II. Физический институт Академии наук СССР (директор акад. С.И. Вавилов):

1. Провести расчёты по котлам “уран—графит”, “уран—тяжёлая вода” (руководители работ проф. Франк и проф. Е.Л. Файнберг) [...]» [9, с. 27].

В докладе ПГУ И.В. Сталину “О состоянии работ по получению и использованию атомной энергии” от 17 января 1946 г. отмечалось участие в них учёных ФИАНа: “Сотрудники института член-корреспондент Скобелцын, профессор Франк, профессор Грошев участвуют в работах по расчётам атомных котлов и в исследованиях в области поглощения нейтронов” [10, с. 413].

Работы в ФИАНе были развёрнуты достаточно быстро, что позволило направить в течение 1945–1946 гг. заказчику, то есть Лаборатории № 2, ряд научных отчётов, относящихся к уран-графитовым реакторам. В конце 1945 г. был представлен

большой по объёму (92 стр.) отчёт “О цепном процессе в системе уран–углерод”, в котором обобщались результаты исследований Е.Л. Фейнберга и И.М. Франка, выполненные ими в 1944–1945 гг. В настоящее время отчёт хранится в архиве НИЦ “Курчатовский институт” (Ф. 1. Оп. 1–ид. Ед. хр. 11. 1945 г.). На него имеется ссылка в работе И.В. Курчатова и И.С. Панасюка “Опыты со слоем урана, пересекающим графитовую призму” [11, с. 86]. В течение 1946 г. в Лабораторию № 2 были посланы следующие отчёты: Л.В. Прошев, Л.Е. Лазарева, И.М. Франк “Влияние воды в котле из А-9 и воды на коэффициент мультипликации нейтронов”; Л.В. Прошев, Л.Е. Лазарева, Е.Л. Фейнберг, И.М. Франк “Возможный способ повышения коэффициента мультипликации в котле”.

Примечание составителя: А-9 – природный уран, котёл – ядерный реактор.

Названные отчёты касались актуальных вопросов физики ядерных реакторов и, несомненно, стали большим подспорьем для И.В. Курчатова и его сотрудников при разработке опытного и промышленного уран-графитовых реакторов.

Из представленной выше информации видно, что группа физиков ФИАНа под руководством И.М. Франка активно подключилась к работам по обоснованию теории и измерению ядерных констант для реакторов, разрабатываемых в Лаборатории № 2. Более подробно о научном вкладе Лаборатории атомного ядра ФИАНа можно узнать из протоколов заседаний НТС ПГУ, приводимых ниже.

Заседания НТС ПГУ. Необходимо отметить, что НТС ПГУ систематически обсуждал состояние работ ФИАНа, выполнявшихся по правительственным поручениям. Приведём перечень заседаний в хронологической последовательности.

27 января 1947 г. – заслушан доклад директора ФИАНа С.И. Вавилова “Отчёт о работе Физического института АН”.

5 мая 1947 г. – рассмотрен вопрос “О выборе арбитражного метода анализа изотопного состава”, с сообщением В.С. Емельянова по письму директора ЛФТИ А.Ф. Иоффе, решения которого имели отношение к деятельности И.М. Франка.

9 июня 1947 г. – обсуждался “План и ход работ ФИАНа”, с сообщениями С.И. Вавилова, В.И. Векслера, И.М. Франка.

23 июня 1947 г. – утверждены дополнения к плану работ ФИАНа на 1947 г. согласно решению НТС от 9 июня 1947 г.

8 декабря 1947 г. – состоялось обсуждение двух сообщений о работах ФИАНа: 1. Результаты изучения космических частиц в ФИАНе, сообщения С.И. Вавилова, Н.А. Добротина, С.Н. Вернова; 2. О плане работ ФИАНа на 1948 г.

5 апреля 1948 г. – заслушано сообщение И.М. Франка о работе ФИАНа “Изучение размножения нейтронов в системе А-9 и графита методом призмы”.

25 апреля 1949 г. – обсуждалось сообщение С.И. Вавилова “Отчёт за 1948 г. и план работы Физического института АН СССР на 1949-й год”. К этому сообщению приложен отчёт и план научно-исследовательских работ Лаборатории атомного ядра ФИАНа на 1949 г., подписанный И.М. Франком.

Имея в виду частоту выступлений ведущих советских учёных на заседаниях НТС ПГУ в 1947 г., в которых отражались основные научно-технические направления работ по Атомному проекту, интенсивность отчётов ФИАНа представляется достаточно высокой. Чаще – почти каждый месяц – выступал на этих заседаниях научный руководитель работ И.В. Курчатова. Например, такие известные учёные, как А.П. Александров, А.И. Алиханов, Л.А. Арцимович, И.К. Кикоин, А.И. Лейпунский, представили по два доклада, а Я.Б. Зельдович, А.Ф. Иоффе, Л.Д. Ландау, И.И. Черняев и другие – по одному. Наиболее вероятное объяснение многократных обсуждений работ ФИАНа заключается в том, что в 1947 г. подошло к концу строительство первого промышленного уран-графитового реактора “А” комбината № 817, что стало одним из важных этапов создания первой отечественной атомной бомбы. Реактор “А” был пущен в эксплуатацию в середине 1948 г.

Далее даётся информация и краткий ретроспективный анализ материалов, которые обсуждались на заседаниях НТС, касающихся деятельности Лаборатории атомного ядра ФИАНа.

В докладе директора ФИАНа С.И. Вавилова “Отчёт о работе Физического института АН” приведена краткая информация о результатах деятельности научных отделов института в 1946 г., включая сведения о работе Лаборатории атомного ядра под руководством И.М. Франка. Состав участников заседания был, как всегда, представительным: присутствовали члены НТС Б.Л. Ванников (председатель), М.Г. Первухин, И.В. Курчатова, А.Ф. Иоффе, А.И. Алиханов, Н.Н. Семёнов, И.К. Кикоин, В.А. Малышев, А.П. Завенягин. От ФИАНа в заседании приняли участие С.И. Вавилов, В.И. Векслер и И.М. Франк, а также уполномоченный Совета министров СССР при ФИАНе Ф.П. Малышев (в те времена при каждом институте имелся представитель Совмина для контроля за ходом работ и соблюдением режима секретности, как правило, им был генерал КГБ). Обсуждение доклада прошло очень оживлённо, выступили Н.А. Борисов (Госплан), И.В. Курчатова, И.М. Франк, А.И. Алиханов, В.И. Векслер, Ф.П. Малышев, В.А. Малышев, А.П. Завенягин, итоги дискуссии подвёл Б.Л. Ванников.

В своём докладе С.И. Вавилов отметил:

“Настоящий отчёт охватывает годовой период деятельности Физического института им. П.Н. Лебедева Академии Наук СССР по проблемам, связанным с вопросами атомной энергии, и тем вопросам, которые были поручены Физическому Институту специальными решениями Правительства.

Физический Институт — учреждение комплексного характера, в нём имеются лаборатории и отделы, охватывающие основные области физики: отдел электричества, включающий лабораторию акустики, лабораторию радиоволн и лабораторию диэлектриков; отдел оптический, включающий лаборатории оптики и люминесценции, и отдел космических лучей, включающий в себя лабораторию космических лучей, лабораторию ускорителей и лабораторию атомного ядра.

В связи с этим к работе по решению вопросов, связанных с проблемой атомной энергии, со второй половины 1946 г. привлекаются и все отделы института, которые, не прекращая работ, ведущихся ими ранее, берут на себя решение ряда вопросов, связанных с областью физики атомного ядра. Работы такого рода начаты недавно, однако, они начинают объединять деятельность всех лабораторий на пути решения общей задачи.

Разработка вопросов атомной энергии велась Институтом в течение ряда лет ещё до войны. Однако, в то время Институт представлял из себя маленький коллектив, включающий около 40–50 научных работников с очень небольшим контингентом обслуживающего персонала” [12, с. 15].

Следует обратить внимание на слова С.И. Вавилова, приведённые в докладе: “В ходе выполнения правительственных решений лицо института в настоящее время полностью изменилось”, а также на отмеченный им факт, что ФИАИ до войны был небольшим научным учреждением.

Относительно деятельности Лаборатории атомного ядра дирекция ФИАИ дала краткую, однако обстоятельную характеристику, приведённую в решении НТС: “В области теории атомного ядра разработан простой приближённый метод расчёта диффузии и поглощения нейтронов, выяснено влияние водяного охлаждения блоков на коэффициент мультипликации нейтронов. Произведены расчёты по улучшению коэффициента использования тепловых нейтронов, путём введения зазора между графитом и металлом; опыты с моделью и соответствующие пересчёты показывают, что воздушный зазор в 2.4 при $K = 1.02$ может дать сокращение объёма массы материала и металла в 2 раза. Подготовлены к проведению и проведены также ряд других работ” [12, с. 6]. Из этого текста видно, что в ФИАИ в 1946 г. первоначально были организованы теоретические работы, чтобы понять особенности физических процессов, происходя-

щих в ядерном реакторе, и определить, какие экспериментальные задачи надо было решать в первую очередь.

Задача, поставленная научным руководителем Атомного проекта И.В. Курчатовым перед лабораторией И.М. Франка, заключалась в разработке метода вычисления и экспериментального определения физических характеристик уран-графитовых реакторов с целью выбора оптимальных размеров, формы и расположения урановых блоков (по современной терминологии — тепло выделяющих элементов). Принципиальная особенность задачи заключалась в том, что погрешность теоретических расчётов коэффициента мультипликации нейтронов K и его составляющих должна быть минимальной. Погрешность в несколько десятых долей процента могла оказаться решающей, то есть пойдёт самоподдерживающаяся цепная реакция в реакторе или нет, в то время оставалось неясным. В начальный период работы ФИАИ было известно, что теоретические подсчёты значения K ограничены точностью в несколько процентов. Этого было совершенно недостаточно не только для определения абсолютной величины K , но и для решения вопроса об оптимальных размерах, форме и расположении урановых блоков в активной зоне реактора. Другими словами, для научного руководства принципиальное значение имел, скорее всего, жизненно важный вопрос: возможно ли осуществить самоподдерживающую цепную реакцию деления для выбранного ядерного топлива и замедлителя, иначе говоря, будет ли значение K больше единицы или меньше? Сейчас постановка такого вопроса кажется странной, поскольку здесь имеется полная ясность благодаря многочисленным расчётным и экспериментальным исследованиям и накопленному опыту эксплуатации реакторов различных типов, а тогда, 70 лет назад... Неслучайно И.В. Курчатов в своём отзыве от 29 апреля 1943 г. о содержании разведматериалов, поступивших из США, писал: «Как у нас в Союзе, так и в Англии [...] утвердилось мнение, что возможность осуществления котла, работающего на смеси “неразделённый уран–графит”, является крайне сомнительной» [13, с. 335].

Потребовалась напряжённая работа физиков Лаборатории № 2 и ФИАИ, чтобы превратить сомнение в уверенность, но ждать этого пришлось почти три года. Для изучения реакторной физики в ФИАИ была сооружена графитовая призма размером $100 \times 120 \times 118$ см, первоначально с моделями рабочих блоков. Моделями служили алюминиевые цилиндры. Измерялась активность, создаваемая в них нейтронами от нейтронного источника, причём один раз при надетых на цилиндры тонких парафиновых рубашках (толщиной 1, 2 и 5 мм), другой раз — при их отсутствии. Парафиновые рубашки использовались в

качестве имитаторов воды для удобства организации опытов. В экспериментах изучались модели блоков с различным поглощением нейтронов (пустотелый алюминиевый цилиндр, тот же цилиндр, выложенный изнутри кадмием или заполненный стержнями из меди). Приходилось пользоваться такими моделями рабочих блоков, так как в 1945 г. ещё не существовало металлургического завода по промышленному выпуску урановых блоков для реакторов, которые стали изготавливаться только в 1946 г. в связи с пуском опытного уран-графитового реактора Ф-1 в Лаборатории № 2.

Перед коллективом Лаборатории атомного ядра ФИАН были поставлены научные задачи, которые потребовали участия как теоретиков, так и экспериментаторов: разработка метода вычисления физических характеристик промышленного уран-графитового реактора “А” и его применение для выбора оптимальных размеров, формы и расположения урановых блоков в активной зоне реактора; изучение влияния водяного охлаждения блоков в реакторе “А” на коэффициент мультипликации нейтронов; возможные способы повышения коэффициента мультипликации реактора “А”.

Все эти задачи, как следует из представленного отчёта, были успешно выполнены. К сожалению, в статье невозможно привести текст этого отчёта полностью. В то же время ознакомление с ним позволяет утверждать, что в Лаборатории атомного ядра были теоретически и экспериментально изучены тонкие процессы взаимодействия нейтронов с ядрами делящихся веществ и замедлителя, находящиеся в активной зоне ядерного реактора. Эта информация помогла И.В. Курчатову и его помощникам обеспечить безопасный пуск и эксплуатацию уран-графитовых реакторов — опытного Ф-1 и промышленного “А” комбината № 817.

Отступление автора: будучи студентом отделения строения вещества физического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова, я выполнял в ФИАНе в 1955 г. дипломную работу, руководителем которой был К.В. Владимирский, сотрудник Лаборатории атомного ядра. Тема диплома — изучение характеристик водорода методом ядерно-магнитного резонанса. Установка, в состав которой входил большой электромагнит, находилась в подвальном этаже правого крыла здания ФИАН на Ленинском проспекте. Так как температура в комнате поднималась иногда до 30°C из-за работы электромагнита, мне приходилось выходить в коридор, чтобы немного охладиться. Напротив нашей комнаты находилась дверь в другое помещение. Когда кто-то входил или выходил, можно было мельком увидеть большое сооружение (кладку) из свинцовых блоков (на тот период). Иногда мне доводилось видеть в этой комнате И.М. Франка, который читал нам

лекции на физфаке. По словам моего руководителя К.В. Владимирского, там располагалась секретная лаборатория по изучению нейтронных характеристик различных веществ. Однако какой-либо охраны у дверей помещения не имелось.

По результатам обсуждения отчёта С.И. Вавилова НТС принял следующие решения:

“Заслушав сообщение т. Вавилова С.И. о работе Физического института АН в 1946 г., Научно-Технический Совет постановляет:

1. Отметить, что ФИАН в 1946 г. проделал значительную работу в области ядерной физики применительно к обеспечению практических задач и развитию вопросов теории.

2. Считать важнейшими задачами института в области ядерной физики:

а) разработку теории реакций с проведением изысканий, в первую очередь, применительно к задачам лабораторий № 2 и № 3; [...]

3. Поручить т. Вавилову С.И., исходя из указанных направлений работ, предусмотреть в плане ФИАН 1947 г. дальнейшую, более полную связь тематики института с задачами лабораторий № 2 и № 3, обсудив необходимые вопросы с т. Курчатовым и т. Алихановым. [...]

Замечание составителя к пункту 3: при ознакомлении с текстом этого пункта возникает некоторое недоумение, поскольку складывается впечатление, что ФИАН до НТС не обсуждал планы своих работ с лабораториями № 2 и 3. В то же время составитель не смог найти документальных свидетельств о проведении каких-либо технических совещаний участников работы (исполнителей и заказчиков) или о том, что И.В. Курчатов посещал ФИАН для ознакомления с работами И.М. Франка.

4. Поручить т. Курчатову И.В., т. Алиханову А.И., т. Семёнову Н.Н. и т. Емельянову В.С. подробно ознакомиться с соответствующими главами представленного ФИАН отчёта по тематике, выполненной в 1946 году, для использования этих материалов в своей практической работе, направив замечания по просмотренным темам т. Вавилову С.И.

5. Заслушать в дальнейшем на заседаниях Совета подробные доклады ФИАН по следующим вопросам:

а) о влиянии воздушного зазора возле металла на коэффициент мультипликации...” [12, с. 5].

На заседании НТС ПГУ 5 мая 1947 г. был рассмотрен вопрос “О выборе арбитражного метода анализа изотопного состава” с сообщением В.С. Емельянова по письму директора ЛФТИ А.Ф. Иоффе [14]. Дело в том, что А.Ф. Иоффе обратился к Б.Л. Ванникову с просьбой о премировании лаборатории Л.И. Русинова за разработку метода определения изотопного состава обогащённого урана по идентификации осколков деле-

ния при облучении от источника нейтронов. Решением НТС комиссии в составе В.С. Емельянова, А.И. Алиханова, И.М. Франка было поручено рассмотреть предложение ЛФТИ и подготовить соответствующие рекомендации с последующим докладом на заседании НТС. В дальнейшем эта тема была включена в план работы Лаборатории атомного ядра ФИАНа.

9 июня 1947 г. рассматривался “План и ход работ ФИАНа” [15]. С сообщениями выступали С.И. Вавилов, В.И. Векслер, И.М. Франк. Участие в заседании приняли члены совета М.Г. Первухин, И.В. Курчатов, А.Ф. Иоффе, А.И. Алиханов, Н.Н. Семёнов, Ю.Б. Харитон, И.К. Кикоин, В.А. Мальшев, А.П. Завенягин, Б.С. Поздняков, А.И. Лейпунский, а также приглашённые специалисты В.С. Емельянов, Е.П. Славский и другие. В представленном к заседанию НТС плане работ Лаборатории атомного ядра ФИАНа на 1947 г. было предусмотрено пять тем (руководитель И.М. Франк), в том числе изучение свойств нейтрино и его влияние на ядерные процессы, включая исследование элементарных актов β -распада методом камеры Вильсона (одним из исполнителей этой темы являлся аспирант Ф.Л. Шапиро), и работы, проводимые совместно с Лабораторией № 2 по особому плану.

В работах по плану лаборатории наряду с Л.В. Грошевым и Е.Л. Фейнбергом принимали участие следующие сотрудники Лаборатории атомного ядра: И.Я. Барит, А.В. Антонов, О.И. Козинец, Л.Н. Кацауров, К.В. Владимирский, Н.Н. Соболев, Л.В. Сухов, Т.Д. Романова, Г.Е. Беловицкий, Л.Е. Лазарева, К.Д. Толстов, И.И. Петров.

Замечание составителя: автор хорошо помнит чёткие и обстоятельные лекции Л.В. Грошева по спецкурсу “Ядерная физика”, которые он читал студентам отделения строения вещества физфака МГУ. В некоторых случаях он не забывал отметить свой вклад в отдельные темы.

Здесь нужно сказать, что в 1946 г. наряду с прикладными работами начались фундаментальные исследования β -распада и свойств нейтрино.

Из протокола заседания 9 июня узнаём, что Научно-технический совет на основании обсуждения сообщений утвердил доложенный С.И. Вавиловым план работы Физического института. В части дополнений и замечаний, касающихся Лаборатории атомного ядра, НТС постановил продолжить исследования и разработку метода фотоэмульсий для исследования ядер и космических лучей, а также включить в план работы изучение коэффициентов мультипликации для графитового агрегата, изучение влияния геометрических размеров графитового отражателя на $v\phi$, учитывая, что это может иметь значение при сооружении в последующем агрегатов на необога-

щённом сырье. Руководителем и тех и других работ назначен И.М. Франк [15].

Согласно решению НТС ПГУ от 9 июня 1947 г. И.В. Курчатов, А.И. Лейпунский, В.С. Емельянов и И.М. Франк 19 июня составили следующее дополнение к плану работы ФИАНа:

“1. Экспериментальное исследование влияния зазоров на коэффициент мультипликации в системе “А-9 – *графит*”. 1 августа 1947 г. – 1 ноября 1947 г., по поручению ПГУ, руководит И.М. Франк.

2. Экспериментальное исследование влияния зазоров на коэффициент мультипликации в системе “А-9 – *простая вода*”. 1 ноября 1947 г. – 1 мая 1948 г., руководит И.М. Франк.

3. Попытка экспериментального изучения резонансного поглощения А-9 в *графитовом замедлителе*. 1 сентября – 31 декабря 1947 года, руководит И.М. Франк.

4. Разработка способа определения степени обогащения А-9 методом *радиоактивных осадков*. 1 июня – 31 декабря 1947 года, руководит Л.Е. Лазарева.

И. Курчатов. А. Лейпунский. И. Франк. В. Емельянов. 19 июня 1947 года” [16, с. 21].

Примечание составителя: А-9 – природный уран; радиоактивные осадки – продукты деления урана (осколки).

Как видно из этих дополнений, в плане работ Лаборатории атомного ядра ФИАНа появились новые темы: изучение системы “уран–простая вода”; исследование резонансного взаимодействия нейтронов с ядрами; определение величины обогащения урана, о котором говорилось на заседании НТС. Указанные дополнения были утверждены НТС ПГУ 23 июня 1947 г. [16]. В конце 1947 г. состоялось обсуждение двух сообщений о работах ФИАНа: 1. Результаты изучения космических частиц в ФИАНе, сообщения С.И. Вавилова, Н.А. Добротина, С.Н. Вернова; 2. О плане работ ФИАНа на 1948 г. (доклад С.И. Вавилова) [17]. По п. 2 НТС принял следующие решения: [...]

“1. Обязать *ФИАН* /тов. *Вавилова С.И.*/: [...]

в) дополнительно включить в план работ проведение исследований с материалом *В-9* (кроме *А-9*), работы по созданию методов микроанализа *Z*-продукта и по исследованию спектра поглощения паров *Алив-6* в ультрафиолетовой и инфракрасной части; [...]

д) уточнить с лабораторией № 2 содержание работ по изучению мультипликации нейтронов в различных системах из активного вещества и замедлителей” [17].

Примечание составителя: В-9 – торий, Z-продукт – плутоний; Алив-6 – шестифтористый уран.

Таким образом, Физическому институту впервые поручили изучить ядерные свойства тория в связи с проводимым Лабораторией № 3

(А.И. Алиханов) исследованием ториевого режима в тяжёловодном реакторе.

5 апреля 1948 г. НТС ПГУ заслушал сообщение И.М. Франка о работе ФИАНа “Изучение размножения нейтронов в системе А-9 и графита методом призмы” [18]. Ниже приводится выдержка из его доклада (курсивом обозначены термины, вписанные в текст от руки согласно режимным требованиям тех времён):

«сов. секретно
Особая папка
Экз. 1

Изучение размножения нейтронов в системе А-9 и графита методом призмы

Краткое содержание доклада.

В работах, выполненных в Физическом Институте имени П.Н. Лебедева Академии Наук СССР в 1946–1947 годах, был рассмотрен ряд факторов, влияющих на коэффициент *мультипликации* нейтронов в *блоковой* системе. Было показано, что наличие воды в *котле*, применяемой для водяного охлаждения, несмотря на малое её количество, оказывает существенное и весьма сложное влияние на ход *цепного* процесса [...].

Настоящая работа была предпринята для изучения *мультиплицирующих* свойств *блоковой* системы и количественного изучения эффекта воды и эффекта *зазора*. Был применён единственный разработанный сейчас количественный метод, так называемый *экспоненциальный* метод, или метод *призмы*. Для измерений была сложена *призма* из *графита* размером $180 \times 180 \text{ см}^2$ и высотой 420 см . Внутри неё помещались алюминиевые трубы с 35 мм блоками А-9. В *призме* имелись два сорта каналов, так называемые “круглые”, в которые трубы с металлом входили плотно, и квадратные, в которых вокруг *блоков* оставался воздушный зазор, в среднем равный 1.55 см. Помещая в круглые или квадратные каналы и сравнивая *мультиплицирующие* свойства *призмы* в двух этих случаях, можно было судить об эффекте *зазора*. Для изучения влияния воды внутрь труб заливался парафин, создавший вокруг *блоков* слой толщиной 2 см» [18, с. 15].

Комментарий составителя: принципиальной особенностью работ, о которых отчитывался И.М. Франк, являлось сооружение графитовой призмы увеличенного по высоте размера, с тем чтобы в максимальной степени приблизиться к габаритам промышленного реактора. В призме использовались реальные урановые блоки, которые стал выпускать завод № 12 в г. Электросталь. Кроме того, был применён некий оригинальный методический приём, заключающийся в использовании технологических каналов двух типов — круглого и квадратного сечений, для сравнения результатов. На основа-

нии проведённых измерений автор доклада указал на значительное влияние водяного зазора вокруг урановых блоков на мультиплицирующие свойства системы в такой степени, что при некоторых условиях целесообразно перейти на воздушное охлаждение. Нельзя исключать того обстоятельства, что эти результаты ФИАНа послужили впоследствии основанием для разработки идеи уран-графитового реактора с газовым теплоносителем в Лаборатории № 2, а Лаборатория № 3 выступила с инициативой создания тяжёловодного реактора первоначально с гелиевым, а затем углекислотным охлаждением.

По докладу И.М. Франка своё мнение высказали А.П. Завенягин, Н.Н. Семёнов, А.И. Алиханов, М.Г. Первухин, А.П. Александров, В.А. Малышев, С.И. Вавилов. В решении НТС было записано:

«Заслушав и обсудив сообщение т. Франка И.М. о проведённой Физическим институтом АН СССР работе по изучению размножения нейтронов в системе А-9 и графита методом призмы Научно-Технический Совет ПОСТАНОВИЛ:

1. Признать, что работы Физического института АН СССР по изучению^{xx)} “Изучение размножения нейтронов в системе А-9 и графита методом призмы” имеет существенное практическое значение для выяснения ядерных процессов, влияния зазоров и воды и даёт ряд данных для конструирования и расчёта более мощных агрегатов.

2. Считать необходимым продолжать работы в Физическом институте АН СССР по количественному изучению ядерных процессов методом призмы, а также провести исследование по размножению нейтронов в системе с плоской решёткой.

Поручить т. Александрову А.П. и т. Франку И.М. в 2-дневный срок совместно разработать программу этих работ и сформулировать соответствующие задания.

3. Поручить Лаборатории № 2 АН СССР т. Соболеву С.Л. и т. Александрову А.П. и НИИХИМ-МАШ т. Доллежалю Н.А. рассмотреть и представить предложения о замене в агрегатах блочков на более длинные металлические стержни, что позволит значительно снизить сопротивление в технологических трубах для прохождения охлаждающих агентов» [18, с. 5].

Примечание составителя: ^{xx)} — так в документе. Следует заметить, что предложение об использовании более длинных урановых блоков выглядит вполне разумно, так как действительно уменьшается количество алюминия и улучшается баланс нейтронов в активной зоне реактора. Не исключено, что результаты ФИАНа оказали влияние на выбор длины 150 мм рабочих блоков для опытного реактора Ф-1 Лаборатории № 2. В то же время для

промышленного реактора "А" длина рабочих блоков 100 мм осталась неизменной.

Последнее заседание НТС, посвящённое работам Физического института им. П.Н. Лебедева АН СССР, состоялось через год – 25 апреля 1949 г. [19]. На нём заслушивалось сообщение С.И. Вавилова "Отчёт за 1948 г. и план работы Физического института АН СССР на 1949-й год", к которому был приложен отчёт и план научно-исследовательских работ Лаборатории атомного ядра ФИАН на 1949 г., подписанный И.М. Франком. В связи с тем, что в 1950 г. лаборатория И.М. Франка занялась другими проблемами, приведём выдержки (с некоторым сокращением) из плана (все эти документы имели гриф *сс/оп*, курсивом указаны термины, вписанные от руки).

«Краткий отчёт

Лаборатории И.М. Франка Физического института им. П.Н. Лебедева Академии Наук СССР

Наименование тем.

1. Изучение *мультипликации нейтронов* в различных системах из *A-9* и *замедлителя* методом *призмы*. Руководители: чл.-корр. АН СССР И.М. Франк, доктор физ.-мат. наук Л.В. Грошев, доктор физ.-мат. наук Е.Л. Фейнберг. Исполнители: мл. н. сотр. Р.И. Козинец, Ф.Л. Шапиро, К.Д. Толстов, И.В. Штраших.

Состояние выполнения (краткая характеристика достигнутых результатов).

Закончены следующие этапы работ, представленные в виде отчётов: 1) Изучение размножения *нейтронов* в системе из *A-9* и *графита* методом *призмы*. 2) Измерение θ и других параметров систем из *A-9* и *графита*. 3) Зависимость основных параметров систем *A-9* и *графита* от концентрации *A-9*. 4) Определение эффективного сечения захвата *A-9* для *медленных нейтронов*. 5) Измерение параметра *замедления нейтронов в графите*. [...]

2. Изучение резонансных явлений, возникающих под действием *нейтронов* в *тяжёлых ядрах*. Руководители: чл.-корр. АН СССР И.М. Франк, доктор физ.-мат. наук Л.В. Грошев. Исполнители: ст. научн. сотр. Е.М. Балашова, мл. научн. сотр. Л.Н. Кацауров, И.Я. Барит, И.В. Штраших.

Состояние выполнения. Закончена работа по освоению установки с высоковольтной *трубкой* на *400 кВ*. Проведено исследование *ионных источников* и получен источник, дающий до *300 мА* тока. Сняты кривые резонансного возбуждения *бора протонами* для различных мишеней. [...]

5. Изучение магнитных моментов ядер методами частотной радиоскопии.

Руководитель: член-корр. АН СССР И.М. Франк. Исполнитель: К.В. Владимирский.

Состояние выполнения. Разработан метод анализа чистоты продукта "*180*" с требуемой чувствительностью до *0.1%* содержания обычной воды. Сконструирована аппаратура, названная "*стробоскопическим фильмом*", которая даёт повышение чувствительности методики примерно в *10 раз* и позволяет поставить ряд новых задач по применению методики для изотопного анализа и исследования магнитных моментов ядер.

6. Освоение метода исследований с помощью толстослойных фотопластинок. Руководитель: член-корр. АН СССР И.М. Франк. Исполнители: мл. научн. сотр. Л.В. Сухов, Г.Е. Беловицкий, Т.Д. Романова.

Состояние выполнения. Выполнена макроскопическая обработка пластинок, экспонированных на Памире в 1947 г. Получен высотный ход компоненты космических лучей, вызывающей *ядерные расщепления*, и исследовано поглощение её в различных материалах. Получен большой материал во время экспедиции на Памир в 1948 г. Обработка материала будет закончена в 1949 г. Выполнены методические работы по влиянию различных факторов на время жизни скрытого фотографического изображения. Кроме того, разрабатывались методы и проводились испытания различных фотографических эмульсий.

Отступление автора: вместе со своим однокурсником В.В. Батовым я летом 1954 г. работал в качестве лаборанта в Памирской экспедиции ФИАН. Исследовательская база по изучению космических лучей ФИАН находилась недалеко от г. Мургаба, на высоте примерно 3000 м. Были построены несколько щитовых домиков и неглубокие подземные штольни (камеры), где размещались батареи пропорциональных счётчиков, которые мы должны были обслуживать. Кроме того, нам, лаборантам, поручалось размещать и периодически менять фотопластинки; место для их экспонирования было выбрано недалеко от базы, на высоте около 4000 м (как нам говорили). Запомнился дух коллективизма, дружбы, взаимной поддержки среди сотрудников экспедиции в течение всего периода нашего трёхмесячного пребывания на Памире. И конечно, в памяти навсегда осталась незабываемая, уникальная природа Памира на всём протяжении тракта Ош – Мургаб – Хорог и вокруг исследовательской базы. Впоследствии работы по изучению космических лучей были переданы в другую лабораторию ФИАН.

7. Определение содержания изотопа *235* в *A-9* по β -активности продуктов естественного распада. Руководитель: член-корр. АН СССР И.М. Франк. Исполнители: ст. научн. сотр. Л.Е. Лазарева, мл. научн. сотр. С.А. Никитина, лаборант Л.И. Иванова.

Состояние выполнения. В 1948 г. вне плана была проведена работа по развитию метода, предложенного в 1947 г. Л.Е. Лазаревой. Показано, что

измерение β -активности продуктов естественного распада $A-9$ позволяет производить анализ содержания ^{235}U о точностью до 2–3%. [...]

И.М. Франк» [19, с. 6].

Таким образом, можно отметить, что в 1948 г. лаборатория И.М. Франка продолжала исследования физических характеристик уран-графитовых реакторов и космических лучей с применением толстослойных фотографических пластинок. В то же время появились новые темы: изучение резонансного взаимодействия нейтронов и тяжёлых ядер, определение изотопного содержания урана и ряд других. С замечаниями и предложениями выступили А.П. Александров, И.М. Франк, В.И. Векслер, А.П. Завенягин, Б.Л. Ванников, М.Г. Первухин, А.И. Алиханов, Д.В. Скобельцын, В.С. Емельянов. В констатирующей части решения НТС по отчёту С.И. Вавилова отмечено единодушное одобрение результатов работы Лаборатории атомного ядра ФИАНа, касающихся исследования физических характеристик уран-графитовых реакторов, и их важность для Лаборатории № 2.

Научная деятельность И.М. Франка — яркий пример удачного сочетания высокоэффективных фундаментальных исследований с их практическими приложениями.

Г.В. КИСЕЛЁВ,
кандидат технических наук

ЛИТЕРАТУРА

- Илья Михайлович Франк. К 90-летию со дня рождения / Под общ. ред. Аксёнова В.Л. Ред.-сост. Гиршева А.С., Франк А.И. Дубна: ОИЯИ, 1998.
- Илья Михайлович Франк. Очерки и воспоминания / Под общ. ред. Аксёнова В.Л. Ред.-сост. Гиршева А.С. М.: Наука, 2008.
- Месяц Г.А., Болотовский Б.М., Сисакян А.Н. и др. К 100-летию со дня рождения академика И.М. Франка (Научная сессия Отделения физических наук Российской академии наук, 22 октября 2008 г.) // Успехи физ. наук. 2009. Т. 179. С. 403–441.
- Записка М.Г. Первухина И.В. Сталину “О проблеме урана” от 19.05.1944 г. // Атомный проект СССР. Документы и материалы. Т. 1. Атомная бомба. 1938–1945. Кн. 2 // Под общ. ред. Рябева Л.Д. Отв. сост. Кудинова Л.И. М.: МФТИ, 2002.
- Записка И.В. Курчатова М.Г. Первухину о привлечении к работе по проблеме сотрудников ФИАНа от 26.05.1944 г. // Атомный проект СССР. Документы и материалы. Т. 1. Кн. 2.
- Из постановления ГКО № 8579сс/ов об утверждении плана научно-исследовательских работ Лаборатории № 2 АН ССР по проблеме на 1945 г. от 15 мая 1945 г. // Атомный проект СССР. Документы и материалы. Т. 1. Кн. 2. С. 293–296.
- Справка И.В. Курчатова и И.К. Кикоина “О состоянии и результатах научно-исследовательских работ”, август 1945 г. // Атомный проект СССР. Документы и материалы Т. 2. Кн. 2. Атомная бомба. 1945–1954 / Под общ. ред. Рябева Л.Д. Отв. сост. Гончаров Г.А. М.: Физматлит; Саров, 2000.
- Курчатов И.В. Собрание научных трудов. М.: Наука, 2009. Т. 3.
- Протокол № 5 заседания Спецкомитета при Совнарком СССР от 28 сентября 1945 г. // Атомный проект СССР. Документы и материалы. Т. 2. Кн. 1 / Под общ. ред. Рябева Л.Д. Отв. сост. Гончаров Г.А. М.: Физматлит; Саров: РФЯЦ–ВНИИЭФ, 1999.
- Доклад ПГУ И.В. Сталину “О состоянии работ по получению и использованию атомной энергии” от 17.01.1946 г. // Атомный проект СССР. Документы и материалы. Т. 1. Кн. 2 / Под общ. ред. Рябева Л.Д. Отв. сост. Кудинова Л.И. М.: изд. МФТИ, 2002.
- Курчатов И.В. Собрание научных трудов. Т. 3. М.: Наука, 2009.
- Протокол № 58 заседания НТС ПГУ от 27.01.1947 г. // Архив Росатома. Ф. 2. Оп. 2. Д. 58.
- Курчатов И.В. Отзыв о содержании разведматериалов, поступивших из США от 29.04.1943 г. // Атомный проект СССР. Документы и материалы Т. 1. Кн. 2 / Под общ. ред. Рябева Л.Д. Отв. сост. Кудинова Л.И. М.: МФТИ, 2002.
- Протокол № 73 заседания НТС ПГУ от 5.05.1947 г. // Архив Росатома. Ф. 2. Оп. 2. Д. 73.
- Протокол № 78 заседания НТС ПГУ от 9.06.1947 г. // Архив Росатома. Ф. 2. Оп. 2. Д. 78.
- Протокол № 80 заседания НТС ПГУ от 23.06.1947 г. // Архив Росатома. Ф. 2. Оп. 2. Д. 80.
- Протокол № 99 заседания НТС ПГУ от 8.12.1947 г. // Архив Росатома. Ф. 2. Оп. 2. Д. 99.
- Протокол № 115 заседания НТС ПГУ от 5.04.1948 г. // Архив Росатома. Ф. 2. Оп. 2. Д. 115.
- Протокол № Т-6 заседания НТС ПГУ от 25.04.1949 г. // Архив Росатома. Ф. 2. Оп. 2. Д. 150.