

Илья Михайлович
Франк

Ilya Mikhailovich
Frank

К 110-летию со дня рождения

To the 110th anniversary



Издание осуществлено при поддержке Федерального государственного бюджетного учреждения науки Физического института имени П. Н. Лебедева РАН (ФИАН) и Объединённого института ядерных исследований (ОИЯИ).

Published with the support of the Federal State Budget Research Establishment P. N. Lebedev Physical Institute RAS (FIAN) and the Joint Institute for Nuclear Research (JINR)

Илья Михайлович Франк

The book-album «Ilya Mikhailovich Frank. To the 110th anniversary».

Авторы-составители: В. М. Березанская, М. А. Лукичёв, Н. М. Шаульская.
Authored and compiled by V. M. Berezanskaya, M. A. Lukachev, N. M. Shaulskaya.

Настоящая книга-альбом (биография в фотографиях) посвящена 110-летию со дня рождения выдающегося российского физика, нобелевского лауреата, академика Ильи Михайловича Франка.

Часть материалов, помещённых в альбоме, публикуется впервые.

Составители благодарны директору Физического института имени П. Н. Лебедева РАН (ФИАН) Н. Н. Колачевскому и директору Объединённого института ядерных исследований (ОИЯИ) В. А. Матвееву за поддержку, без которой не было бы возможно создание этого альбома, а также выражают глубокую благодарность за предоставление фотографий и документов А. И. Франку, Архиву Российской академии наук и его директору А. Г. Толстикову.

Важными были поддержка и помощь в подготовке альбома со стороны заместителя директора ФИАН С. Ю. Савинова, директора Лаборатории нейтронной физики имени И. М. Франка ОИЯИ В. Н. Швецова, А. И. Франка, А. Г. Франк, И. А. Франка, И. Г. Таракановой и Г. М. Елизаровой.

This book-album (biography in photos) is dedicated to the 110th anniversary of birth of the prominent Russian physicist, Nobel Laureate, Academician Ilya Mikhailovich Frank.

Some materials in the album are published for the first time.

The authors thank the director of P. N. Lebedev Physical Institute RAS (FIAN) N. N. Kolachevskii and the director of the Joint Institute for Nuclear Research (JINR) V. A. Matveev for the support without which it would be impossible to issue the album. Our thanks are also due to A. I. Frank, the Archive of the Russian Academy of Sciences and its head, A. G. Tolstikov, for providing photos and documents. Important was the support and assistance in the preparation of the album rendered by the FIAN deputy-director S. Yu. Savinov, A. I. Frank, A. G. Frank, I. G. Tarakanova, and G. M. Elizarova.

© ФИАН

© ОИЯИ

© В. М. Березанская, М. А. Лукичёв, Н. М. Шаульская

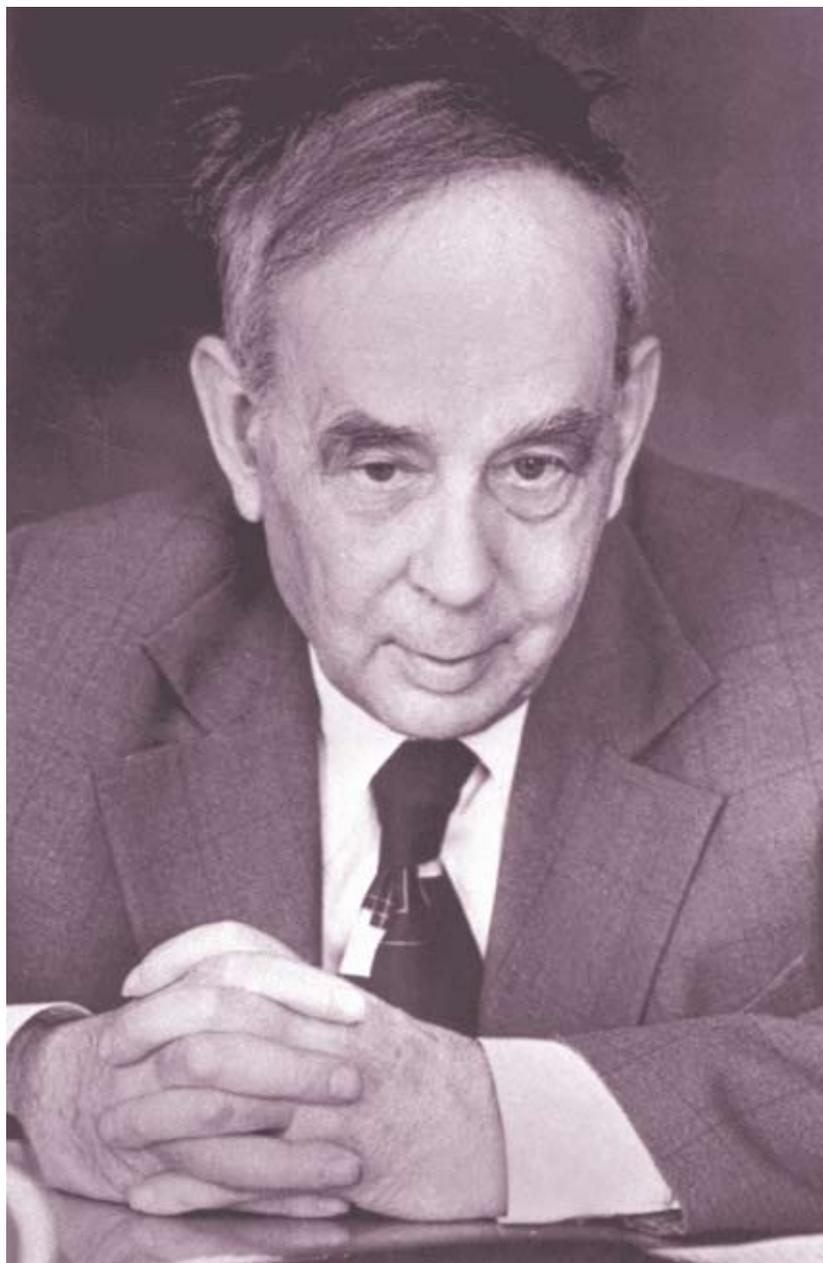
© ООО «Издательство «РМП» – оформление, 2018

© FIAN, JINR

© V. M. Berezanskaya, M. A. Lukachev, N. M. Shaulskaya

© LLC «Publishing House «RMP» – design, 2018

ISBN



И. М. Франк

«Характерные черты его научной деятельности: исключительная широта, соединение экспериментального искусства и глубокой, оригинальной теоретической мысли при общей тщательности и осторожности выводов». (С. И. Вавилов)

Без морали, духовной культуры наука погибнет. Уровень науки и уровень культуры в стране – вещи, между собой связанные. (И. М. Франк)

Это был человек европейского воспитания, европейской культуры, приспособленный к темпам современной жизни и обладающий глубоким мышлением как в области физики, так и вообще в своих взглядах на мир... (С. П. Капица)

«The characteristic features of his scientific activity: an exceptional breadth of mind, a combination of experimental skills and deep original theoretical thinking together with general thoroughness and caution at making conclusions.» (S. I. Vavilov)

Without morality, spiritual culture, science will perish. The level of science and the level of culture are interrelated. (I. M. Frank)

He was a person of European education, European culture who was adapted to the pace of modern life and who possessed deep thinking in the field of physics and, in general, in his views on the world... (S. P. Kapitza)

ОТ СОСТАВИТЕЛЕЙ

Данная книга-альбом представляет читателю иллюстрированную фотографиями биографию Ильи Михайловича Франка – выдающегося российского физика и организатора науки, академика АН СССР, лауреата Нобелевской премии.

И. М. Франк родился 23 октября 1908 года в Санкт-Петербурге в высокоинтеллигентной семье, обогатившей российскую культуру. Его отец – Михаил Людвигович Франк, математик, профессор Крымского (Таврического) университета, заведующий кафедрой математики Ленинградского Политехнического института; брат отца – Семён Людвигович Франк – философ с мировым именем, работы которого переведены на многие языки, был выслан на «философском» пароходе из России вместе с группой известных российских философов в 1922 году; брат И. М. Франка – Глеб Михайлович Франк, известный биофизик, академик АН СССР, основатель Пущинского центра биологических исследований и первый директор Института биофизики Академии наук в Пущино. Семья и её традиции во многом определили характер личности И. М. Франка и его активную роль в становлении российской науки.

В 1926 г. Илья Михайлович поступил на физико-математический факультет Московского университета. Со второго курса начал работать в лаборатории С. И. Вавилова, которого считал своим учителем. Под руководством С. И. Вавилова выполнил первую научную работу по люминесценции. После окончания университета в 1930 г. в течение нескольких лет работал в Государственном оптическом институте (ГОИ) в Ленинграде, занимаясь изучением фотохимических реакций. Присвоение докторской степени И. М. Франку в возрасте 26 лет свидетельствует о признании высокого уровня выполненных им работ. В 1934 г. по предложению С. И. Вавилова перешёл на работу в Физический отдел Физико-математического института АН СССР. При переезде Академии наук из Ленинграда в Москву отдел был преобразован в Физический институт им. П. Н. Лебедева АН СССР (ФИАН), директором которого стал С. И. Вавилов. Уже тогда, понимая значение зарождавшейся в то время ядерной физики, С. И. Вавилов предложил группе молодых сотрудников, в том числе Илье Михайловичу, переключиться на эту новую область физики.

Примерно в то же время И. М. Франк принял участие в проводившихся под руководством С. И. Вавилова аспирантом П. А. Черенковым исследованиях свечения жидкостей под действием гамма-лучей радия и внёс существенный вклад в понимание этого явления (это явление позднее получило название «эффект Вавилова-Черенкова»). «...Истинная природа этого явления оставалась неразгаданной до тех пор, пока И. М. Франк и И. Е. Тамм не дали объяснения этого явления и не выработали теоретического обоснования, которое даже в начальной стадии уже определило направление экспериментальных исследований, результаты которых были впоследствии подтверждены эмпирически» (фрагмент из письма Л. Д. Ландау в Нобелевский комитет, 14 марта 1957 г.). За эту работу в 1958 г. И. М. Франку, И. Е. Тамму

и П. А. Черенкову была присуждена Нобелевская премия. Открытие излучения Вавилова-Черенкова привело к созданию нового метода детектирования и измерения скорости высокоэнергетических ядерных частиц. Эффект Вавилова-Черенкова получил широкое применение в различных областях экспериментальной физики, стал мощным средством исследований. С его использованием появилась возможность измерения скорости, энергии, заряда и направления движения частиц. Черенковские счётчики сыграли существенную роль при открытии антипротона, а также в других работах, отмеченных Нобелевскими премиями. Следующий важный шаг в этой новой области исследований был сделан И. М. Франком и В. Л. Гинзбургом, сформулировавшими в совместной работе теорию переходного излучения (1945 г.).

В середине 40-х годов перед советской ядерной физикой возникла необходимость решения в кратчайший срок атомной проблемы. В конце войны и в первые послевоенные годы основным направлением работ И. М. Франка становится ядерная физика. В это время Лаборатория атомного ядра ФИАН под руководством Франка занята работами по физике реакторов и исследованиями ядерных реакций с лёгкими ядрами, которые проводились в тесном контакте с И. В. Курчатовым.

Свою научную и преподавательскую деятельность в течение жизни И. М. Франк осуществлял в качестве заведующего Отделом космических лучей Физического института им. П. Н. Лебедева АН СССР (ФИАН), заведующего Лабораторией атомного ядра ФИАН, профессора физического факультета МГУ, заведующего кафедрой физического факультета МГУ, директора Лаборатории нейтронной физики Объединённого института ядерных исследований (ОИЯИ, г. Дубна), члена Бюро Отделения ядерной физики АН СССР, заведующего Лабораторией атомного ядра Института ядерных исследований (ИЯИ) АН СССР. И. М. Франк был председателем оргкомитета международных школ по нейтронной физике (1974, 1978, 1982, 1986), участником многих международных конференций в СССР и за рубежом, в том числе и нескольких Пагуошских конференций, неоднократно избирался представителем СССР в Комиссию по ядерной физике ЮРАР. В последние годы был руководителем Научного совета по физике ядра АН СССР.

Работы и достижения И. М. Франка отмечены рядом научных и правительственных наград: лауреат Нобелевской премии, двух Сталинских премий и Государственной премии СССР; награждён тремя орденами Ленина, орденом Октябрьской Революции, двумя орденами Трудового Красного Знамени, орденом «Знак Почёта», медалью им. С. И. Вавилова. И. М. Франку присвоены почётные звания и награды социалистических стран: иностранный член Академии наук ГДР, доктор honoris causa Лодзинского университета в Польше и Карлова университета в Праге, член Физического общества Болгарии. Награждён орденами «Кирилл и Мефодий» (Болгария) и Красного Знамени (Корея), орденом Дружбы (Вьетнам), орденом Полярной звезды (Монголия) и др.

FROM THE AUTHORS

This book-album presents the reader with the illustrated biography of Ilya Mikhailovich Frank, an outstanding Russian physicist and science organizer, a member of the USSR Academy of Sciences, a Nobel Prize laureate.

Ilya Mikhailovich Frank was born on October 23, 1908 in St. Petersburg in a highly intellectual family that contributed much to Russian culture. His father - Mikhail Lyudvigovich Frank, mathematician, professor of the Crimean (Tavriya) University, head of the Chair of Mathematics of the Leningrad Polytechnic Institute; his father's brother, Semyon Lyudvigovich Frank, a world renowned philosopher, whose works were translated into many languages, was exiled from Russia in 1922 onboard a so called "philosophical" steamer together with a group of well-known Russian philosophers; I.M. Frank's brother, Gleb Mikhailovich Frank, was a famous biophysicist, a member of the USSR Academy of Sciences, the founder of the Pushchino Center for Biological Research and the first director of the Institute of Biophysics of the Academy of Sciences in Pushchino. The family and its traditions greatly influenced

I.M. Frank's personality and his active role in the development of Russian science.

In 1926, Ilya Mikhailovich entered the Physics and Mathematics Department of Moscow University. As a second-year student he began to work in the laboratory of S.I. Vavilov, whom he considered his teacher. Under the supervision of S.I. Vavilov he performed his first scientific work on luminescence. After graduating from the University in 1930, he worked for several years at the State Optical Institute (SOI) in Leningrad, studying photochemical reactions. Assignment of doctoral degree to I.M. Frank at the age of 26 indicates the recognition of his high level work. In 1934, at the suggestion of S.I. Vavilov he went to work to the Physics Department of the Physics and Mathematics Institute of the USSR Academy of Sciences. When the Academy of Sciences moved from Leningrad to Moscow, the Department was reorganized into P.N. Lebedev Physical Institute of the USSR Academy of Sciences (LPI), where S.I. Vavilov became the director. At that time S.I. Vavilov, understanding the significance of the emerging then nuclear physics, invited a group of young employees, including Ilya Mikhailovich, to switch over to that new field of physics.

At about the same time, I.M. Frank took part in the investigations on the radiation of liquids under the action of gamma rays of radium conducted by a postgraduate student P.A. Cherenkov under the guidance of S.I. Vavilov. He made a significant contribution to the understanding of that phenomenon, which was later called the "Vavilov-Cherenkov effect". L.D. Landau wrote: "However the nature of this phenomenon was not in any way understood until I. Frank and I. Tamm offered an explanation and worked out a complete theory, which, while still being in the process of construction, determined the direction of the experimental investigations and was itself being confirmed experimentally" (an excerpt from the proposal to the Nobel Committee, March 14, 1957).

For that work I.M. Frank, I.E. Tamm and P.A. Cherenkov were awarded the Nobel Prize in 1958. The discovery of Vavilov-Cherenkov radiation led to the creation of a new method for detecting and measuring the velocity of high-energy nuclear particles. The Vavilov-Cherenkov effect has found wide application in various fields of experimental physics and has become a powerful tool for research.

With its use, it became possible to measure the velocity, energy, charge and direction of the particles. Cherenkov counters played an important role in the discovery of the antiproton, as well as in other works marked by Nobel Prizes. The next important step in that new field of research was made by I.M. Frank and V.L. Ginzburg, who formulated the theory of transient/transition? radiation in their joint work (1945).

In the mid-1940s, Soviet nuclear physics faced the need to urgently resolve the atomic problem. At the end of the war and in the early post-war years nuclear physics becomes the main direction of I.M. Frank's work. At that time, the Laboratory of the Atomic Nucleus of LPI headed by Frank was engaged in work on the physics of reactors and in studies of nuclear reactions with light nuclei, which were carried out in close contact with I.V. Kurchatov.

In the course of life I.M. Frank carried out his scientific and teaching activities as head of the Cosmic Rays Division of P.N. Lebedev Physical Institute of the USSR Academy of Sciences (LPI), head of the LPI Laboratory of the Atomic Nucleus, Professor of the Physics Faculty of M S U, Head of the Chair of the Physics Department of M S U, Director of the Laboratory of Neutron Physics of the Joint Institute for Nuclear Research (JINR, Dubna), a member of the Bureau of the Nuclear Physics Division of the USSR Academy of Sciences, Head of the Atomic Nucleus Laboratory of the Institute for Nuclear Research (INR) of the USSR Academy of Sciences. I.M. Frank was a chairman of the organizing committees of international schools on neutron physics (1974, 1978, 1982, 1986), a participant of many international conferences in the USSR and abroad, including several Pugwash conferences, he was repeatedly elected a representative of the USSR to the IUPAP Commission on Nuclear Physics. In the last years he was Head of the Scientific Council on Nuclear Physics of the USSR Academy of Sciences.

I.M. Frank's work and achievements were marked by a number of scientific and government awards: a laureate of Nobel Prize, two Stalin Prizes and the USSR State Prize; he was awarded three Orders of Lenin, the Order of the October Revolution, two Orders of the Labour Red Banner, the Order of the Badge of Honour, S.I. Vavilov medal. I.M. Frank received honorary titles and awards from socialist countries: a foreign member of the Academy of Sciences of GDR, Doctor Honoris Causa of the University of Lodz in Poland and Charles University in Prague, a member of the Bulgarian Physical Society. He was awarded the Orders of Cyril and Methodius (Bulgaria) and of the Red Banner (Korea), the Order of Friendship (Vietnam), the Order of the Polar Star (Mongolia).

ВМЕСТО ПРЕДИСЛОВИЯ
ВЫСТУПЛЕНИЕ АКАДЕМИКА А. М. БАЛДИНА НА 75-ЛЕТНЕМ ЮБИЛЕЕ
ИЛЬИ МИХАЙЛОВИЧА ФРАНКА

В дни юбилеев Ильи Михайловича Франка мы говорим обычно о нём как о лидере в области физики нейтронов, организаторе и руководителе ЛНФ [Лаборатория нейтронной физики ОИЯИ], об одном из создателей импульсных реакторов, как о человеке, имеющем большие заслуги перед страной в трудное для неё время, много сделавшем для развития отечественного реакторостроения и атомной энергетики на самом раннем этапе их становления.

Но сегодня мне более всего хочется сказать об Илье Михайловиче Франке как о классике отечественной и мировой науки в области волновой оптики. Его достижения в этой области оставили глубокий след в истории науки, и значимость их постоянно возрастает. Хочу подчеркнуть три крупнейших научных достижения: понимание природы черенковского излучения; предсказание переходного излучения; введение понятия «длины формирования», или «длины когерентности».

По количеству упоминаний в мировой научной литературе в области физики высоких энергий черенковское излучение превосходит на порядок величины любое самое выдающееся достижение. Второе – ещё ждёт своего заслуженного признания. И оно непременно придёт, когда станут особенно актуальными детекторы частиц на сверхвысокие энергии. Над ними уже работают многие экспериментаторы. И, наконец, третье достижение Ильи Михайловича, имеющее фундаментальное значение для понимания природы элементарных частиц и природы излучений, следует отнести к разряду

создания общезначимых концепций. В частности, понятие «длины формирования» очень важно для развиваемой в ОИЯИ релятивистской ядерной физики, для понимания природы кварков. Кварки в свободном состоянии не существуют, но возможны условия, когда длина формирования кварков, например, в мезоны больше размеров атомного ядра. Это означает, что физическое понятие, введённое Ильёй Михайловичем, позволяет рассматривать ядро как детектор для кварков!

В чём источник достижений и успехов Ильи Михайловича Франка в науке? Конечно, определяющую роль здесь сыграли настоящий большой талант Ильи Михайловича, такие его замечательные качества, как глубина мышления, вдумчивость, интуиция. Но не только они. Важно отметить, что крупнейшие открытия Ильи Михайловича Франка были сделаны в стенах Физического института им. П. Н. Лебедева АН СССР, явившегося наследником и продолжателем русской научно-технической мысли. Илья Михайлович часто подчёркивает, что большое влияние на его формирование как учёного оказали выдающиеся физики И. Е. Тамм, Л. И. Мандельштам, Д. В. Скобельцын и в первую очередь основатель современного ФИАН – С. И. Вавилов.

Пушкин любил повторять: «Уважение к минувшему – вот черта, отличающая образованность от дикости». И. М. Франк даёт нам всем блестящий пример уважения к минувшему, глубокой благодарности учителям, пример высокой этической культуры.

IN PLACE OF FOREWORD. ADDRESS OF ACADEMICIAN A. M. BALDIN ON THE OCCASION OF THE 75-TH ANNIVERSARY OF ILIA MIKHAILOVICH FRANK

On the days of anniversaries of Ilia Mikhailovich Frank we, as a rule, speak of him as a leader in the field of neutron physics, the founder and head of the LNP (Laboratory of Neutron Physics, JINR), as one of the creators of pulsed reactors, as a man who provided great services to his motherland in hard times, and who largely contributed to the development of national reactor technology and nuclear power engineering at their earliest stage.

Today, however, I want to speak of Ilia Mikhailovich Frank as of the one who is considered to be a classic in wave optics in the world and in his home country. His achievements in the field have left a notable trace in the history of science and their importance is continually growing. I would like to put emphasis on the three of them: understanding of the nature of the Cherenkov radiation, prediction of transition radiation, introduction of the notion of «formation length» or «coherence length».

In the world scientific literature devoted to high energy physics the number of references to the Cherenkov radiation exceeds by an order of magnitude that to any other outstanding achievement. His second achievement is awaiting a well-deserved recognition. This will surely come when detectors of super-high energy particles become especially relevant. Many experimenters are presently working on their development. And finally, the third Frank's achievement of fundamental importance for the understanding of the nature of elementary particles and the nature

of radiation is to be attributed to the category of formulation of general physical concepts. In particular, the notion of «formation length» is very important for relativistic nuclear physics being developed in JINR and also, for the understanding of the nature of quarks. Though quarks do not exist in the free-state, there may arise conditions when the length of quark formation, e. g., that of meson formation, is larger than the size of the atomic nucleus. This means that the physical notion introduced by Ilia Mikhailovich allows us to look at the nucleus as a detector of quarks!

What is the source of Ilia Mikhailovich Frank's achievements and successes in science? The real big role was played by his large talent complemented with such features as the depth of thinking, thoughtfulness, intuition. But it is not they alone. Important is that his major discoveries were made within the walls of P. N. Lebedev Institute of the USSR Academy of Sciences, heir and successor of the Russian scientific and technical thought. Ilia Mikhailovich repeatedly emphasized that his formation as a scientist was greatly influenced by such prominent scientists as I. E. Tamm, L. I. Mandelshtam, D. V. Skobeltsyn and, in the first place, S. I. Vavilov, the founder of today's Physical Institute of the Academy of Sciences.

Pushkin loved to repeat: «respect for the past makes an educated person different from a wild one.» I. M. Frank gives us a wonderful example of respect for the past, profound gratitude to teachers, and high ethical culture.



Людвиг Семёнович Франк.

Frank Ludwig Semyonovich

ДЕД ЛЮДВИГ СЕМЁНОВИЧ

Людвиг Семёнович Франк (1844–1882) – дед Ильи Михайловича. Родился в Польше, точнее, в Виленском крае. Известно, что он поступил в Виленский университет, но польское восстание 1863 года прервало его учёбу. В то время в окрестных лесах скрывалось множество повстанцев, которые морально, а порой и физически привлекали к себе городскую молодёжь.

Видимо, поэтому отец Людвиг отправил его в Москву, где тот поступил на медицинский факультет Московского университета и в 1872 году получил диплом врача. Он служил в Департаменте здравоохранения Министерства внутренних дел.

Во время русско-турецкой войны 1877 года Людвиг Семёнович был военным врачом. За доблесть, проявленную при спасении раненых, он получил титул личного дворянина и орден Св. Станислава 3-й степени. Видимо, заслуги его действительно были выдающимися, поскольку присвоение дворянского звания еврею было делом не слишком частым, а случай награждения таким орденом был вообще, насколько известно, единственным. Особенность «жалованного», или личного, дворянства состояла в том, что этот титул не наследовался. Дети жалованных дворян носили титул «почётный гражданин». (А. И. Франк)

GRANDFATHER LUDWIG SEMYONOVICH

Frank Ludwig Semyonovich (1844–1882) is Ilya Mikhailovich's grandfather. He was born in Poland, more exactly, in the Vilensk region. It is known that he went to Vilensk University but the 1863 rebellion in Poland interrupted his studies. At that time in the surrounding forests there were hiding lots of rebels who recruited the city young not only morally but also physically at times. This is probably why Ludwig's father sent him to Moscow where he entered the Medical Faculty of Moscow University which he graduated in 1872. He served in the Health Care Department of the Ministry of Home Affairs. During the 1877 Russian-Turkish war he served as a medical officer. He was awarded the title of Personal Nobleman and was decorated with St. Stanislaus order of the 3rd degree for heroism displayed in life saving of the wounded. His services must have been really great since it was not frequent that a Jew was given the title of Nobleman and, as is known, it was a single case that a Jew was rewarded with such an order. The specificity of the «granted» or Personal Noblemanship is that the title is not inherited. The children of granted noblemen had the title «Honorary Citizen» (A. I. Frank)



Розалия Моисеевна и Людвиг Семёнович Франк.

The Franks, Rosalia Moiseevna and Ludwig Semyonovich.

Незадолго до войны, в 1874 (или 1875) году Людвиг Семёнович женился на Розалии Моисеевне Россиянской, которая родила ему трёх детей: Софью, Семёна (1877) и Михаила (1878). Младший из детей – Михаил Людвигович Франк – отец Ильи Михайловича и мой дед. (А. И. Франк)

Not long before the war, in 1874 (or 1875), he married Rosalia Moiseevna Rossiyanakaya who gave birth to their three children: Sophia, Semyon (1877), and Mikhail (1878). The youngest, Mikhail Ludwigovich Frank, is Ilia Mikhailovich's father and my grandfather. (A. I. Frank)



Моисей Миронович Россиянский.

Moisei Mironovich Rossiyanский, great-grandfather.



Розалия Моисеевна Франк с сыном Семёном.

Rosalia Moiseevna Frank, grandmother, with her son Semyon.

БАБУШКА РОЗАЛИЯ МОИСЕЕВНА

Розалия Моисеевна Россиянская происходила из довольно зажиточной семьи, переехавшей в начале 1860 годов в Москву из Германии. Её отец, Моисей Миронович, занимался чаеоторговлей. Его имя упоминается в числе инициаторов открытия в Москве первой синагоги.

Супруги Россиянские прожили долгую жизнь и оказали довольно большое влияние на детей Франка, особенно после смерти в 1882 году Людвиг Семёновича. Вероятно, именно им дети обязаны знанию с детства немецкого языка. (А. И. Франк)

GRANDMOTHER ROSALIA ALEKSEEVNA

Rosalia Moiseevna Rossiyanская came from quite a well-to-do family that moved to Moscow from Germany in the early 1860's. Her father, Moisei Mironovich, was engaged in tea-trading.

His name is mentioned among the names of those who initiated the opening of the first synagogue in Moscow. The Rossiyanкiis lived a long life and had large influence on the Franks' children, especially after the death of Ludwig Semyonovich in 1882. Most likely, the children owed them their knowledge of the German language. (A. I. Frank)



Софья Людвиговна
(Франк) Животовская.

*Sofia Ludwvigovna
(Frank) Zivotovskaya.*



Михаил Людвигович
Франк – гимназист.
1889 г.

*Mikhail Ludwvigovich
Frank, a gymnasium
pupil, 1889.*



Слева направо: братья Франк – Семён (дядя)
и Михаил (отец). 1901 г.

*From left to right: The Frank brothers – Semyon (uncle)
and Mikhail (father), 1901.*



Розалия Моисеевна Зак.

*Rosalia Moiseevna Zak,
grandmother.*

ПЕРЕЕЗД В НИЖНИЙ НОВГОРОД

В 1891 году Розалия Моисеевна с семьёй переехала в Нижний Новгород и там вторично вышла замуж. Её второй муж – Василий Иванович Зак – в молодости был близок к народникам, был арестован и сослан в Сибирь. Вся жизнь он придерживался довольно радикальных взглядов, и это обстоятельство в значительной степени повлияло на братьев. В этом браке родился ещё один ребёнок Розалии Моисеевны, впоследствии известный художник Лев Зак. (А. И. Франк)

ЕВРОПЕЙСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

И Василий Иванович, и Розалия Моисеевна были людьми высокообразованными, и дети также получили прекрасное, можно сказать, классическое образование. Оба учились в гимназии, а Семён ещё до гимназии учился в Лазаревском институте восточных языков в Москве. Оба владели несколькими языками, в том числе латынью и греческим. Семён Людвигович был прекрасным пианистом. Филипп Буббайер – биограф Семёна – отмечает, что «в известном смысле дети получили не специфически русское или еврейское, а европейское образование». Этому способствовало и «немецкое» происхождение Розалии Моисеевны. (А. И. Франк)

MOVING TO THE CITY OF NIZHNI NOVGOROD

In 1891, Rosalia Moiseevna with her family moved to the city of Nizhnii Novgorod where she married again. Her second husband, Zak Vasilii Ivanovich, who shared the ideas of the narodniks (Russian populists) in his youth, was arrested and exiled to Siberia. All his life he adhered to rather radical views, which had considerable influence on the brothers. In this marriage, another child was born who later-on became a well-known painter, Lev Zak. (A. I. Frank)

EUROPEAN EDUCATION

Vasilii Ivanovich and Rosalia Moiseevna were highly educated, and the children had a great, one may even say, classical education. They both went to gymnasium, and Semyon, before studies in gymnasium, went to Lazarevskii Institute of Oriental Languages in Moscow. Both of them knew several languages, including Latin and Greek. Semyon Ludwigovich was a fine pianist.

Philippe Bubbayer, Semyon's biographer, says that «in a certain sense, the children had an education that was not specifically Russian or Jewish but it was European». This was also facilitated by the «German» origin of Rosalia Moiseevna. (A. I. Frank)



*Михаил Людвигович
Франк и Лёва Зак.*

*Frank Mikhail Ludwigovich
and Zak Lev.*



Розалия Моисеевна и Василий Иванович Зак.

The Zaks, Rosalia Moiseevna and Vasilii Ivanovich.



Павел Михайлович Грацианов в Нижнем Новгороде. На обороте И. М. Франк написал: «Нижний Новгород. А. М. Горький – в центре, под ним – П. М. Грацианов».

Pavel Mikhailovich Gratsianov in Nizhnii Novgorod. On the back of the photo I. M. Frank wrote: «Nizhnii Novgorod. A. M. Gorkii (in the center) and P. M. Gratsianov below».

ЗНАКОМСТВО С ПАВЛОМ ГРАЦИАНОВЫМ

Во время учёбы в гимназии состоялось знакомство Михаила Людвиговича с Павлом Михайловичем Грациановым, сыгравшее значительную роль в его жизни.

В то время в Нижнем кипела политическая жизнь. Через этот город обычно пролегал путь тех, кто возвращался из ссылки. Кроме того, с начала 90-х годов XIX в. там целыми группами стали оседать студенты, высланные за участие в студенческих волнениях из Москвы и Петербурга. Павел Грацианов, гимназический товарищ Михаила Людвиговича, уже в 6-м классе участвовал в кружках революционной молодёжи, а в дальнейшем стал профессиональным революционером, социал-демократом. В семейном архиве сохранилось фото группы молодых людей, по-видимому, участников одного из таких кружков. В центре группы – Алексей Максимович Горький.

До 1917 года Павел Грацианов 11 раз подвергался различным преследованиям и много лет провёл в тюрьмах и ссылках. По семейному преданию (не вполне серьёзному и рассказывавшемуся по секрету), из-за очередного ареста он не смог попасть на известный II съезд РСДРП в 1902 г., и его отсутствие на съезде якобы и дало фракции Ульянова перевес в один голос, благодаря чему она и получила название «большевистской». (А. И. Франк)

ACQUAINTANCE WITH PAVEL GRATSIANOV

During the gymnasium years Mikhail Ludwigovich made friends with Pavel Mikhailovich Gratsianov. This played a significant role in his life. There was intense political life in Nizhnii at the time. Through the city there lay the way of those coming from exile. Moreover, in the early 1890's whole groups of students, who were sent away from Moscow and St. Petersburg for participation in students unrest, started settling in the city. Pavel Gratsianov, Mikhail Ludwigovich's gymnasium friend, became a member of a revolutionary youth group in his 6th year in gymnasium. Later, he became a professional revolutionary, a Social Democrat. In the family archive there is a photo of a group of young people who obviously were members of one of such groups. In the center there sits Aleksei Maksimovich Gorkii. In the period up to 1917, Pavel Gratsianov was subjected to persecutions 11 times and spent many years in prison and in exile. According to the family legend (not really serious and retold in secret), because of just another arrest he failed to join the well-known II Congress of the Russian Social Democratic Working Party and, supposedly, it was his absence that allowed Ulyanov's Fraction of the Party to win the voting by one vote, thanks to which it got the name «bolshevistskaya». (A. I. Frank)



Лев Васильевич Зак, Василий Иванович Зак и Михаил Людвигович Франк.

Lev Vasilievich Zak, Vasili Ivanovich Zak and Mikhail Ludwigovich Frank.

В МОСКВУ НА УЧЁБУ

После окончания гимназии братья Франк поступают в Московский университет. Семён в 1894 году – на юридический факультет, а Михаил в 1878 году – на физико-математический. Годом раньше в Московский университет поступает и Павел.

В феврале 1879 года в Москве и Петербурге прошли массовые студенческие выступления. Все трое принимали в них участие. Семён был арестован на несколько дней, после чего в течение двух лет ему было запрещено проживать в столицах. Он вернулся в Нижний, а оттуда на два года уехал в Германию. Павел просидел в Таганской тюрьме 2,5 месяца и вернулся в университет. Впрочем, вскоре он снова был арестован уже по другому делу.

Неизвестно почему, но сильнее всех пострадал Михаил Людвигович. После двухмесячного пребывания в Бутырской тюрьме ему было запрещено учиться во всех университетах страны. Это обстоятельство сильнее всего повлияло на его дальнейшую жизнь. (А. И. Франк)

TO MOSCOW TO STUDY

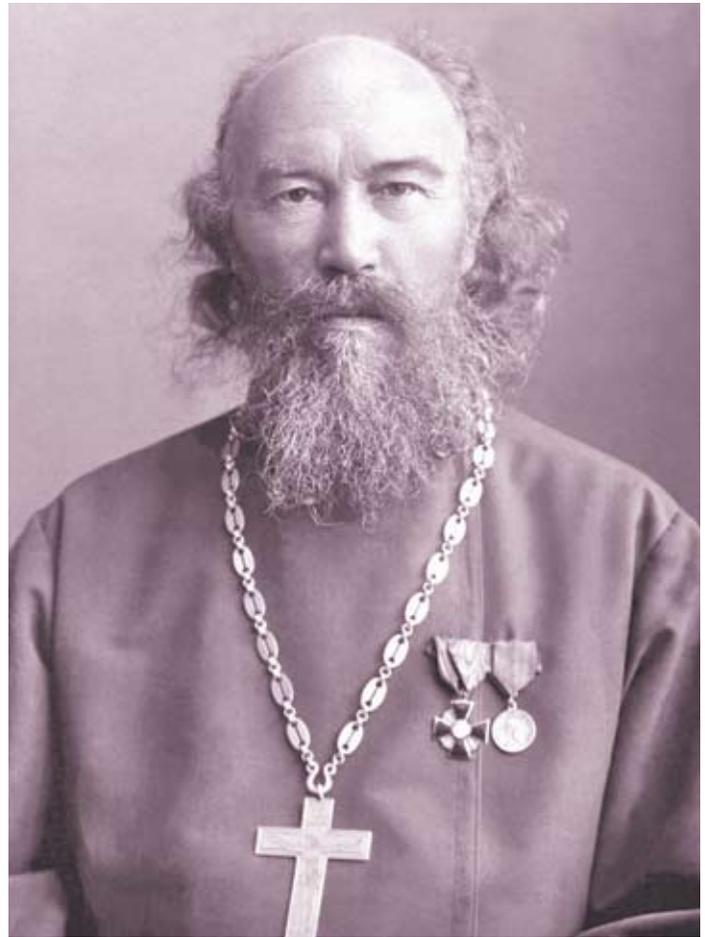
Having graduated from gymnasium the Frank brothers went to Moscow University. In 1894, Semyon entered the Faculty of Law and in 1899, Mikhail entered the Physical and Mathematical Faculty. A year earlier, Pavel went to study in Moscow University.

In February 1899 massive student unrests took place in Moscow and St. Petersburg. All the three took part in the events. Semyon was under arrest for several days and was not allowed to live in the capitals after that. He came back to Nizhnii from where he left for Germany and stayed there for two years. Pavel spent two and a half months in Taganskaya prison and returned to university. However, soon he was arrested in another case. It is not clear why but Mikhail Ludwigovich suffered most. He was put in Butyrskaya prison for two months and was prohibited from studying in any university of the country. This greatly affected his further life. (A. I. Frank)



Мама Ольги Петровны
Красовской.

*Mother of Olga Petrovna
Krasovskaya.*



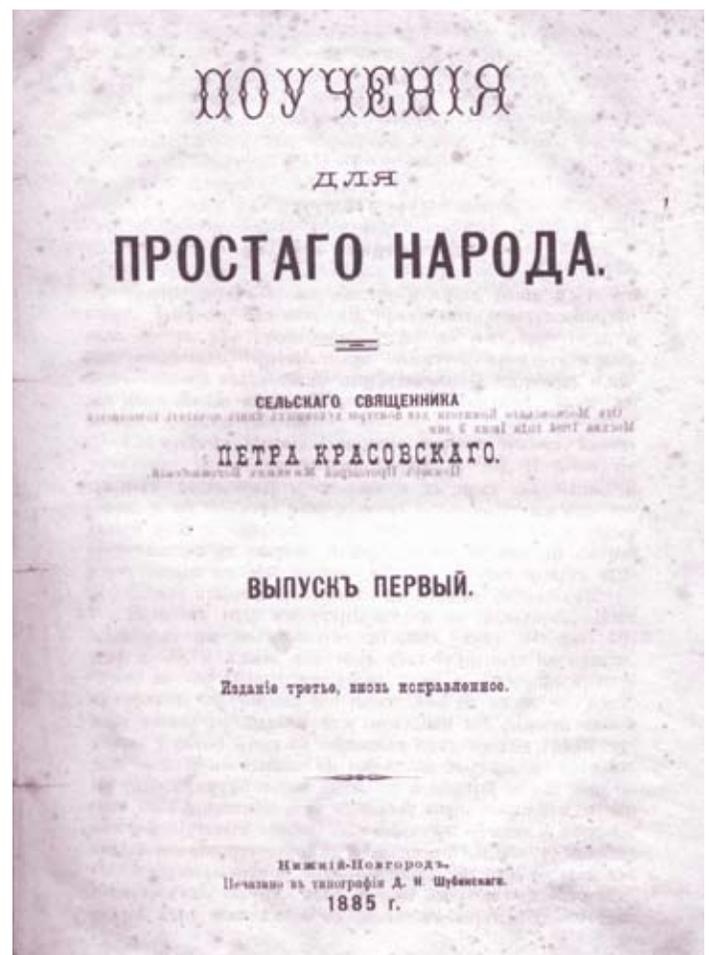
Пётр Макарович
Красовский.

Petr Makarovich Krasovskii.



Ольга Петровна
(Красовская) Грацианова.
1875 г.

*Olga Petrovna
(Krasovskaya) Gratsianova,
1875.*



Титул книжки Петра
Макаровича Красовского –
прадеда И. М. Франка.

*The title page of the
book by Petr Makarovich
Krasovskii, I. M. Frank's
great-grandfather.*

ВЕНЧАНИЕ В ДРЕЗДЕНЕ

Гимназическая дружба Михаила Людвиговича с Павлом Грациановым имела и ещё одно немаловажное следствие. Дело в том, что у Павла была сестра Лиза – Елизавета Михайловна Грацианова, ставшая предметом юношеской любви Михаила Людвиговича, перешедшей затем в долговременный семейный союз.

Не имея возможности учиться в России, осенью 1899 года Михаил Людвигович уезжает в Мюнхен. Насколько известно, в этом ему помогла сестра – Софья Животовская (она была замужем за весьма состоятельным человеком). Михаил Людвигович поступает в Баварскую техническую школу (ныне – Технический университет Мюнхена). В 1901 или 1902 году к нему приезжает Елизавета Михайловна, и в 1902 году они венчаются в православной церкви в Дрездене. (А. И. Франк)

WEDDING IN DRESDEN

Gymnastic friendship of Mikhail Ludwigovich and Pavel Gratsianov had one more consequence though of no small importance. Pavel had a sister, Liza – Elizaveta Mikhailovna Gratsianova – who became the subject of youthful love of Mikhail Ludwigovich. Later, this turned into a long-term family union. Not being able to study in Russia, in the autumn of 1899 Mikhail Ludwigovich went to Munich. As is known, it was his sister, Sofia Zhivotovskaya (married to quite a wealthy man) who helped him in that. Mikhail Ludwigovich entered Bavarian Technical School (present Munich Technical University). In 1901 or 1902, Elizaveta Mikhailovna came to him and they got married in the Orthodox Church in Dresden. (A. I. Frank)

«ИХ ВЫСОКОБЛАГОРОДИЯМ Г-ДАМ ГРАЦИАНОВЫМ»

В своей автобиографии Илья Михайлович писал, что отец Елизаветы Михайловны, Михаил Яковлевич, был служащим. Однако на открытке со своей фотографией, которую молодые послали из Мюнхена в Нижний, значит: «Их Высокоблагородиям г-дам Грациановым», из чего можно было заключить, что Михаил Яковлевич был чиновником 6–8 класса. Теперь достоверно известно, что Михаил Яковлевич и в самом деле был надворным советником. Мама Елизаветы Михайловны – Ольга Петровна, урождённая Красовская, происходила из семьи духовенства. В семейном архиве сохранилось фото родителей Ольги Петровны и книжка «Поучения для простаго народа», написанная дедом Елизаветы Михайловны, священником Петром Макаровичем Красовским. (А. И. Франк)



Михаил Людвигович и Елизавета Михайловна.
1902 г. На обороте: «Их Высокоблагородиям г-дам
Грациановым. Нижний Новгород. Rusland».

Mikhail Ludwigovich and Elizaveta Mikhailovna,
1902. On the back: «To Your High Honor Mr. and Mrs.
Gratsianov. Nizhnii Novgorod. Rusland.»

«TO YOUR HIGH HONOR MR. AND MRS. GRATSIANOV»

The only thing I know about the father of Elizaveta Mikhailovna is that his name was Mikhail Yakovlevich. Ilia Mikhailovich wrote that he was a civil servant. In the postcard bearing their photo and sent to Nizhnii from Munich by the newly-married couple it was written «To Your High Honor Mr. and Mrs. Gratsianov». As is known, civil servants of 6th to 8th class were addressed in this way. At present, it is reliably known that Mikhail Yakovlevich really was a civil servant of the 7th class. The mother of Elizaveta Mikhailovna, Olga Petrovna, born Krasovskaya, came from a clergy family. In the family archive there is a photo of Olga Petrovna's parents and the book «Lectures for Ordinary People» written by Petr Makarovich Krasovskii, Elizaveta Mikhailovna's grandfather, who was a clergyman. (A. I. Frank)



Михаил Людвигович и Елизавета Михайловна Франк. Лето 1903 г.

The Franks, Mikhail Ludwigovich and Elizaveta Mikhailovna. Summer 1903.

РОЖДЕНИЕ НАСЛЕДНИКОВ

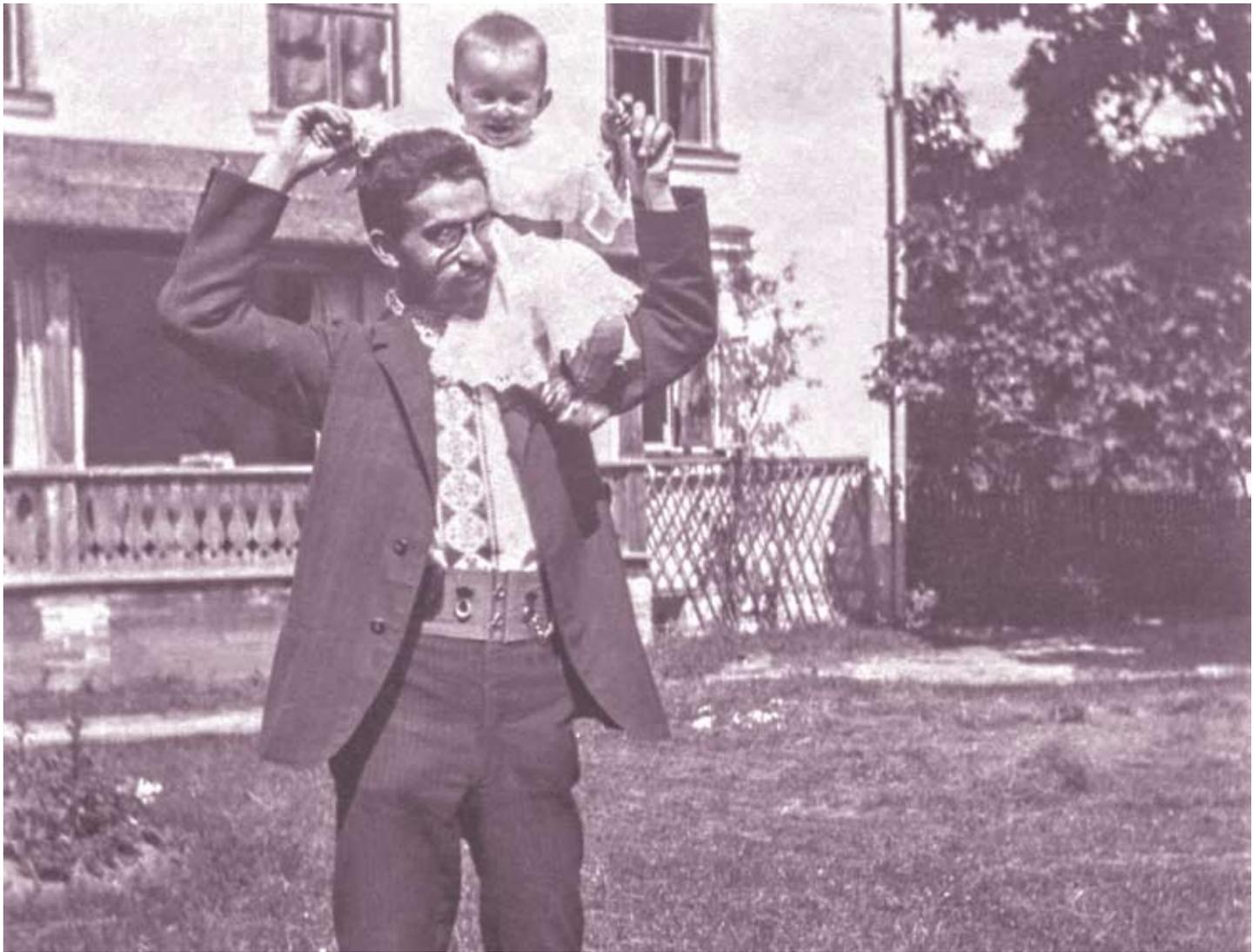
В 1904 году у Елизаветы Михайловны и Михаила Людвиговича родился сын Глеб. В этом же году Михаил Людвигович получил в Мюнхене диплом инженера-машиностроителя, и семья вернулась в Россию.

Четырьмя годами позже, 23 (10) октября 1908 года, в семье появился второй ребёнок – Илья.

В этот период семья испытывает острую нехватку средств. Дело в том, что полученные за рубежом дипломы считались в России недействительными, и Михаилу Людвиговичу не разрешалось преподавать в высшей школе. В течение нескольких лет он перебивался случайными заработками, затем преподавал в средних учебных заведениях, в частности на курсах пожарных техников. В 1907 г. он записывается в Петербургский университет, откуда его довольно скоро исключают, поскольку у него нет и не может быть свидетельства о благонадёжности. (А. И. Франк)

BIRTH OF HEIRS

In 1904, Gleb, a son of Elizaveta Mikhailovna and Mikhail Ludwigovich, was born. That year, Mikhail Ludwigovich received the diploma of engineer-mechanician in Munich and the family returned to Russia. Four years later, on the 23rd (10th) October 1908 their second child, Ilya, was born. At the time, the family strongly suffered from lack of money. The fact is that diplomas received abroad were not valid in Russia. Therefore, Mikhail Ludwigovich was not allowed to teach in high school. For several years he had occasional earnings, taught in secondary schools, in particular read a course for fire-brigade technicians. In 1907 he was enrolled in St. Petersburg University from which he was soon expelled as he did not and could not have his trustworthiness certificate. (A. I. Frank)



Михаил Людвигович с Ильёй. 1909 г.

Mikhail Ludwigovich with Ilya, 1909.



*Елизавета Михайловна Франк с детьми. Верки.
Июнь 1909 г.*

*Elizaveta Mikhailovna Frank and the children.
The settlement of Verki. June 1909.*

На даче в Верках. Слева направо: Василий Иванович Зак,
Лев Васильевич Зак, Софья Людвиговна, Елизавета Михайловна,
Глеб, мать Розалии Моисеевны – Сара. Илья на руках у Ольги Петровны –
матери Елизаветы Михайловны.

At the dacha in Verki. From left to right: Vasilii Ivanovich Zak, Lev Vasilievich Zak,
Sofia Ludwigozna, Elizaveta Mikailovna, Gleb, Sara – Rosalia Moiseevna's mother,
Elizaveta Mikhailovna's mother, Olga Petrovna, with Ilia on her knees.





Глеб и Илья Франк.
Gleb and Ilya Frank





*В Женском медицинском институте.
Елизавета Михайловна Франк – на переднем плане
за столом. 1913 г.*

*In Women's Medical Institute.
Elizaveta Mikhailovna Frank in the front at the desk,
1913.*

В детстве я много болел и не очень регулярно учился в школе. Увлекался биологией и охотно самостоятельно занимался математикой, чему способствовали помощь отца и книги, которые он мне дарил. (И. М. Франк)

In my childhood I frequently stayed at home because of being sick and was not very regular at school. I was interested in biology and willingly studied mathematics on my own encouraged by my father and by the books he gave me. (I. M. Frank)

МЕДИЦИНСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

MEDICAL EDUCATION

Елизавета Михайловна решает тоже получить профессию. Возможно, это было следствием отсутствия постоянных заработков у Михаила Людвиговича, а может быть, просто в силу её энергичного характера. Но так или иначе она, к тому времени мать двоих детей, окончила курсы сестёр милосердия, а потом и Женский медицинский институт. Таким образом, после 1913 года у неё тоже есть работа. (А. И. Франк)

Elizaveta Mikhailovna decided to have a profession. It might have been because Mikhail Ludwigovich did not have permanent earnings or just because of her energetic character but, anyhow, she, who was mother of two children then, graduated from nurses' courses and later, from the Women's Medical Institute. Thus, from the year 1913 she also had a job. (A. I. Frank)

После окончания Женского медицинского института мама много лет работала врачом, главным образом как специалист по костному туберкулёзу. (И. М. Франк)

Having graduated from the Women's Medical Institute, my mother worked as a doctor for many years mainly specializing in bone tuberculosis. (I. M. Frank)



Общий вид главного здания Политехнического института. Санкт-Петербург.

The general view of the main building of the Polytechnic Institute. St. Petersburg.

ЖИЗНЬ НАЛАДИЛАСЬ

LIFE IMPROVED

Только в 1912–1913 годах Михаилу Людвиговичу удаётся сдать экстерном экзамены в Юрьевском (ныне Тарту) университете, единственном в стране, в котором не требовалось свидетельство о благонадёжности. Получив, наконец, долгожданный диплом (через 13 лет после начала учёбы в Москве), он находит более или менее достойную работу, став приват-доцентом знаменитого Политехнического института в Петербурге. Впервые у семьи появилось ощущение, что жизнь, наконец, наладилась. (А. И. Франк)

It is only in 1912–1913 that Mikhail Ludwigovich was able to take an external exam in Yurievsk University (today's Tartu) that was a single university in Russia that did not ask for one's trustworthiness certificate. Having finally received the long-awaited diploma (13 years after the beginning of studies in Moscow) he took a more or less worthy position of privatdocent in the famous Polytechnic Institute in St. Petersburg.

For the first time the family had the feeling that life had finally improved. (A. I. Frank)

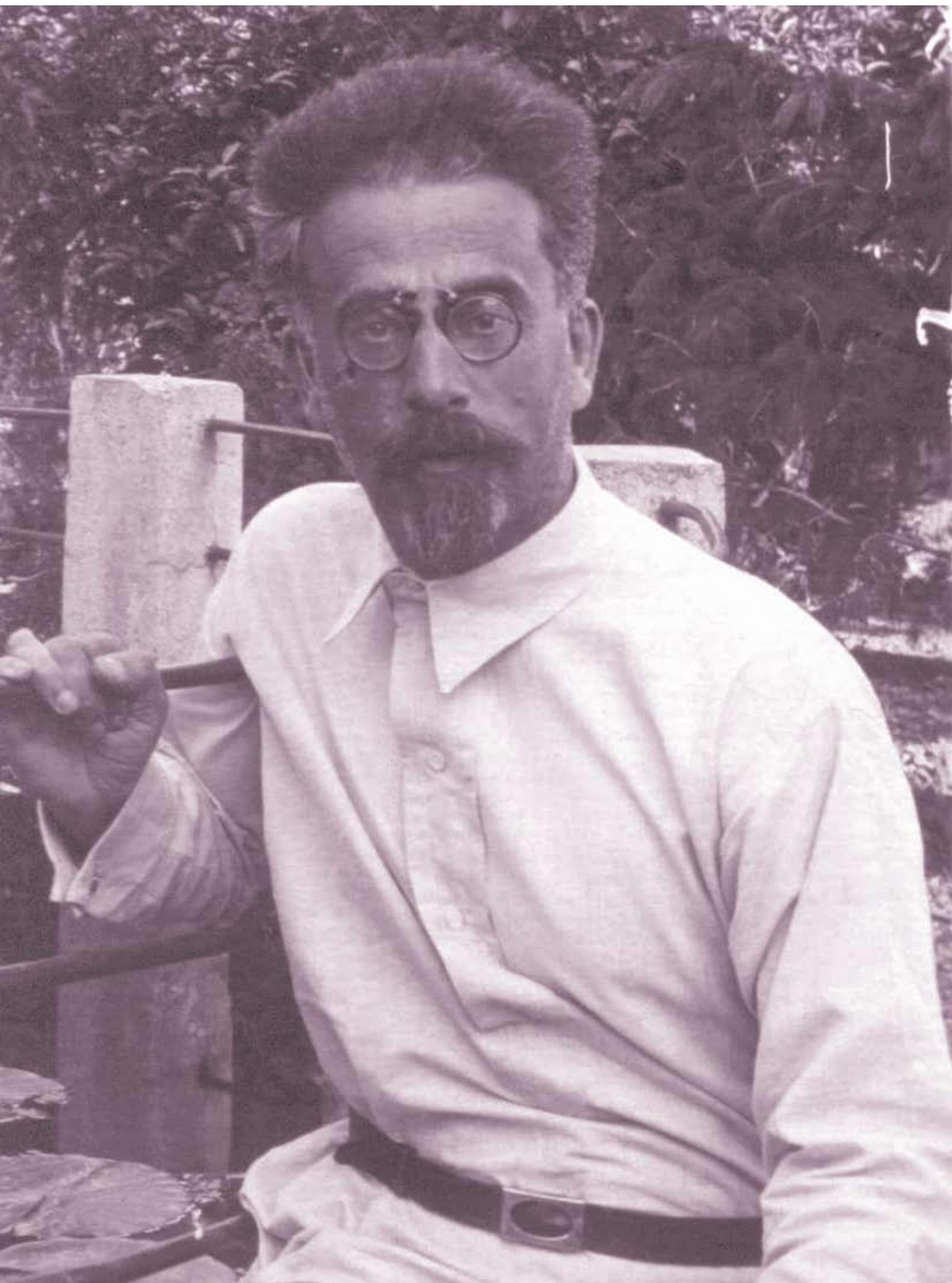
НА ЛИЦЕЙСКОЙ УЛИЦЕ

IN LITSEISKAYA STREET

Мне очень хорошо памятна наша квартира в Петербурге на Лицейской улице, где мы с родителями жили до 1917 года. Квартира была очень скромной – с печным отоплением, керосиновым освещением. Всего же комнат было пять: кабинет отца, столовая, спальня родителей, детская и комната бабушки. Была ещё каморка около кухни, где могла жить прислуга. Мне кажется, что постоянной прислуги у нас не было, а была девушка, которая где-то работала и приходила помогать бабушке по хозяйству. Думаю, и эта небогатая квартира оставляла мало свободных средств у отца, преподавательский заработок которого был единственным средством существования семьи. Не думаю, что мама что-либо зарабатывала, хотя и работала в больнице. Частной практики у неё, разумеется, никогда не было. Обстановка квартиры также соответствовала небогатым средствам семьи.

I really well remember our apartment in St. Petersburg in Litseiskaya Street where our parents and we lived till the year 1917. It was quite a modest apartment with stove heating and kerosene lighting. There were five rooms: father's study, dining room, parents' bedroom, children's room, and grandmother's room. There was also a closet next to the kitchen for an in-house household assistant. It seems to me that we did not have one, but there was a girl, who had a job somewhere else, and came in to help grandmother do housework. I think that renting that though very modest apartment did not leave much free money as father's teaching earnings were the only source of living in the family. I assume that mother did not earn much though she worked in the hospital. Of course, she did not have any private practice at that time and never had later. The furnishings of the apartment corresponded to modest financial means of the family. Although father knew about and loved painting we did not possess pictures. On the walls, however, there hang a few good black-and-white copies. In the neighboring room occupied by grandmother there hang an icon in the corner. Grandmother Olga Petrovna, who came from a clergyman family, observed religious traditions. Sometimes, she took us to the nearest church, to be more exact, the chapel at the other end of Litseiskaya Street. (I. M. Frank)

Хотя отец знал и любил живопись, но картин у нас не было, однако на стенах висело несколько хороших черно-белых репродукций. В соседней комнате, где жила бабушка, в углу висела икона. Бабушка Ольга Петровна, будучи дочерью священника, традиции соблюдала. Иногда она водила нас с Глебом в ближайшую церковь, точнее, в часовню в другом конце Лицейской улицы. (И. М. Франк)



Михаил Людвигович Франк.

Frank Mikhail Ludwigovich



*Глеб и Илья.
Gleb and Ilya*

ЧУВСТВО ОДИНОЧЕСТВА

Мальчиками мы с братом ходили в частный детский садик, находившийся на набережной реки Карповки. Руководительницу звали Анна Яковлевна, но, чему она нас учила, совершенно не помню. Помню только, что Глеб там с самого начала был окружён группой мальчиков и, видимо, чем-то выделялся в их компании, я же, наоборот, почти не помню друзей. Чувство одиночества при- сущее мне с детских лет. Тепличное воспитание в по- следующие годы его только усилило. *(И. М. Франк)*

«С ОТЦОМ БЫЛО РАДОСТНО И ИНТЕРЕСНО»

Отец, несмотря на занятость, уделял нам мно- го внимания. Он заботился о наших игрушках и часто о том, чтобы игра была занимательна и чему-то помогала научиться. Дорогих игрушек никогда не было, и не потому, что средства семьи были скромными. Это был стиль жизни. У нас были, конечно, в большом количестве обычные кубики, из которых строились дома, замки и кре- пости. Были и оловянные солдатики, причём под руководством отца мы иногда изготавливали сколько-то из них сами, наливая легкоплавкий ме- талл в формочки. Не обошлось и без игрушечных пушек с пистонами. Но были и умные занятия: вы- пиливание лобзиком, вырезание из бумаги, пере- водные картинки, хитроумные карточные домики и даже резьба по дереву. Памятна и сохранившаяся до сих пор французская книга «Том Тит», содер- жащая то, что теперь называют занимательной фи- зикой. Многие из неё под руководством отца было сделано. Однако не надо думать, что отец занимал- ся с нами ежедневно. Преподавание и домашняя работа отнимали у него много времени. Вероятно, наши занятия с ним происходили в воскресенье и каникулярное время, но именно это сохранилось в памяти, так как было радостно и интересно.

Если не ошибаюсь, днём родителей дома не было. С нами оставалась бабушка. Семья соби- ралась вместе к вечеру. Обед бывал где-то в 6 или 7 часов. Если к обеду бывали гости, что случалось не очень часто, то обед воспринимался как празд- ник, хотя еда всегда была скромной. По-видимому, по вечерам нам читали вслух. Помню вечер, ког- да Глеб и я уже лежали в кроватях, а друг семьи, Татьяна Александровна Григорьева, читала нам Жюль Верна. Не знаю почему, запомнился имен- но этот вечер. Был ли он правилом или исключе- нием – тоже не знаю. Всё же, мне кажется, многие книги Жюль Верна я знал ещё до того, как научил- ся читать, и, следовательно, нам читали вслух ча- сто. *(И. М. Франк)*

SENSE OF LONELINESS

When we were little boys, my brother and I went to a private kindergarten situated on the embankment of the River Karpovka. The kindergarten teacher's name was Anna Yakovlevna but what she taught us I completely forgot. What I remember is that Gleb was surrounded by a company of boys from the very beginning. It may be because of that he stood out from them in some way. As for me, it was the other way and I almost do not remember friends. The sense of loneliness has been with me since my childhood. «Hothouse» upbringing in the further years just made it even stronger. *(I. M. Frank)*

«IT WAS JOYFUL AND INTERESTING TO BE WITH FATHER»

Father, despite his being very busy, paid much attention to us. He thought about our toys and also, about that the game should be entertaining and assumed learning. We never had expensive toys and it was not because of modest financial means. It was the style of life. We certainly had ordinary toy cubes from which we built houses, castles, fortresses. We also had tin soldiers and sometimes, under father's direction we made some ourselves by pouring the easily melted metal into forms. Toy cannons with pistons were surely not excluded. At the same time we were engaged in smart activities like jig sawing, cutting out of paper, decals, intricate houses of cards, and even wood carving. I remember well the French book «Tom Tit», that I still have, containing what is today called entertaining physics. Much from that book was done under father's guidance. It should not be thought, however, that father busied himself with us every day. His teaching and work at home took much of his time. It was likely to be on Sundays or holidays but it was that what remained in my memory as it was full of joy and interest. If I am not mistaken, my parents were not at home during the day. The family gathered together in the evening. Dinner was at 6 or 7 o'clock in the evening. When guests came for dinner, which was not frequent, this was taken as a holiday, though meals were always modest. It seems to me that books were read to us. I remember the night when Gleb and I were in bed and the family's friend, Tatiana Aleksandrovna Grigorieva, read a book by Jules Verne to us. I do not know why I remember that. Was this a rule or an exception I do not know either. Nevertheless, I think that I knew the books by Jules Verne even before I learned to read. So, books must have been read to us. *(I. M. Frank)*



Выступление В. И. Ленина в Петрограде.

Speech by V. I. Lenin in Petrograd.



ФЕВРАЛЬСКАЯ РЕВОЛЮЦИЯ

События Февральской революции хорошо памятливы. Помню, в разгар её мы с отцом шли по Лицейской улице и дошли до угла Каменноостровского проспекта. По проспекту двигались машины, облепленные солдатами с винтовками. Какой-то случайный выстрел, и началась беспорядочная стрельба, как я полагаю, в воздух. Мы укрылись во дворе дома около угла улицы.

Помню первый послереволюционный (после Февральской революции) Первомай в Петрограде. В памяти остались колонны демонстрантов, идущие по Каменноостровскому проспекту в сторону Марсова поля. Помню Троицкий мост, который раскачивался в такт марширующей по нему под музыку колонне демонстрантов. В другой раз, проезжая по Каменноостровскому на трамвае, мы попали в затор. Перед особняком Кшесинской стояла большая толпа, а на балконе мы издали видели фигуру человека, видимо, произносящего речь. С большого расстояния она казалась крошечной. Отец объяснил нам, что это Ленин. *(И. М. Франк)*

Летом 1917 года Елизавета Михайловна едет с детьми в Крым.

Скоро стало ясно, что осень 1917 года – не лучшее время для возвращения в Петроград, и семья задержалась в Крыму на долгие годы. *(А. И. Франк)*

FEBRUARY REVOLUTION

The events of the February Revolution are imprinted on my mind. In the time of the height of the revolution I remember going with father along Litseiskaya Street to the corner of Kamenoostrovskii Prospect. Cars caked with soldiers carrying rifles were moving along the Prospect. Some random shot, and disorderly shooting into the air, I guess, started. We hid in the courtyard of the house on the corner of the street. I remember the first (after the February Revolution) celebration of May 1 Day in Petrograd. I remember columns of demonstrators going along Kamenoostrovskii Prospect towards Marsovo Pole (The Field of Mars). I remember how Troitskii Most (The Trinity Bridge) swung to the rhythm of steps of those marching to music along it. Next time, going by tram along Kamenoostrovskii we got into a traffic jam. There gathered a large crowd in front of Kshesinskaya Mansion and from afar we could see the figure of a man who seemingly was making a speech. From a long distance the figure looked tiny. Father told us that it was V. I. Lenin. *(I. M. Frank)*

In the summer of 1917 Elizaveta Mikailovna with children went to the Crimea. Soon it became clear that the autumn of 1917 was not the best time to return to Petrograd, and the family stayed in the Crimea for many years to come. *(A. I. Frank)*



*Бобровский санаторий. Алупка. Крым.
На втором этаже справа располагалась комната,
в которой проживала семья Франк.*

*Bobrovsky sanatorium. Alupka. Crimea.
On the second floor there was a room
on the right where the Franks lived.*

ВОССОЕДИНЕНИЕ СЕМЬИ В КРЫМУ

Летом 1918 года, понимая, что может оказаться совершенно разделённым с семьёй, Михаил Людвигович отпрашивается в отпуск в Политехе и, вероятно, не без труда добирается до Крыма. Туда же приезжают брат Елизаветы Михайловны – Павел Михайлович и её мама – Ольга Петровна. На крымских фотографиях рядом с ними мы находим и Льва Зака. В одном из воспоминаний Ильи Михайлович упоминает, что там же был и Василий Иванович Зак. Таким образом, в Крыму оказывается вся семья. *(А. И. Франк)*

В 20-е годы наша семья жила в Крыму, и я учился в Ялте. Школа почему-то была преобразована в Ялтинский промышленно-экономический техникум. По окончании первого курса техникума (что эквивалентно 8 классам средней школы) я в 1925 году переехал к отцу в Симферополь, где он был профессором в Крымском (Таврическом) университете, временно преобразованном в педагогический институт. *(И. М. Франк)*

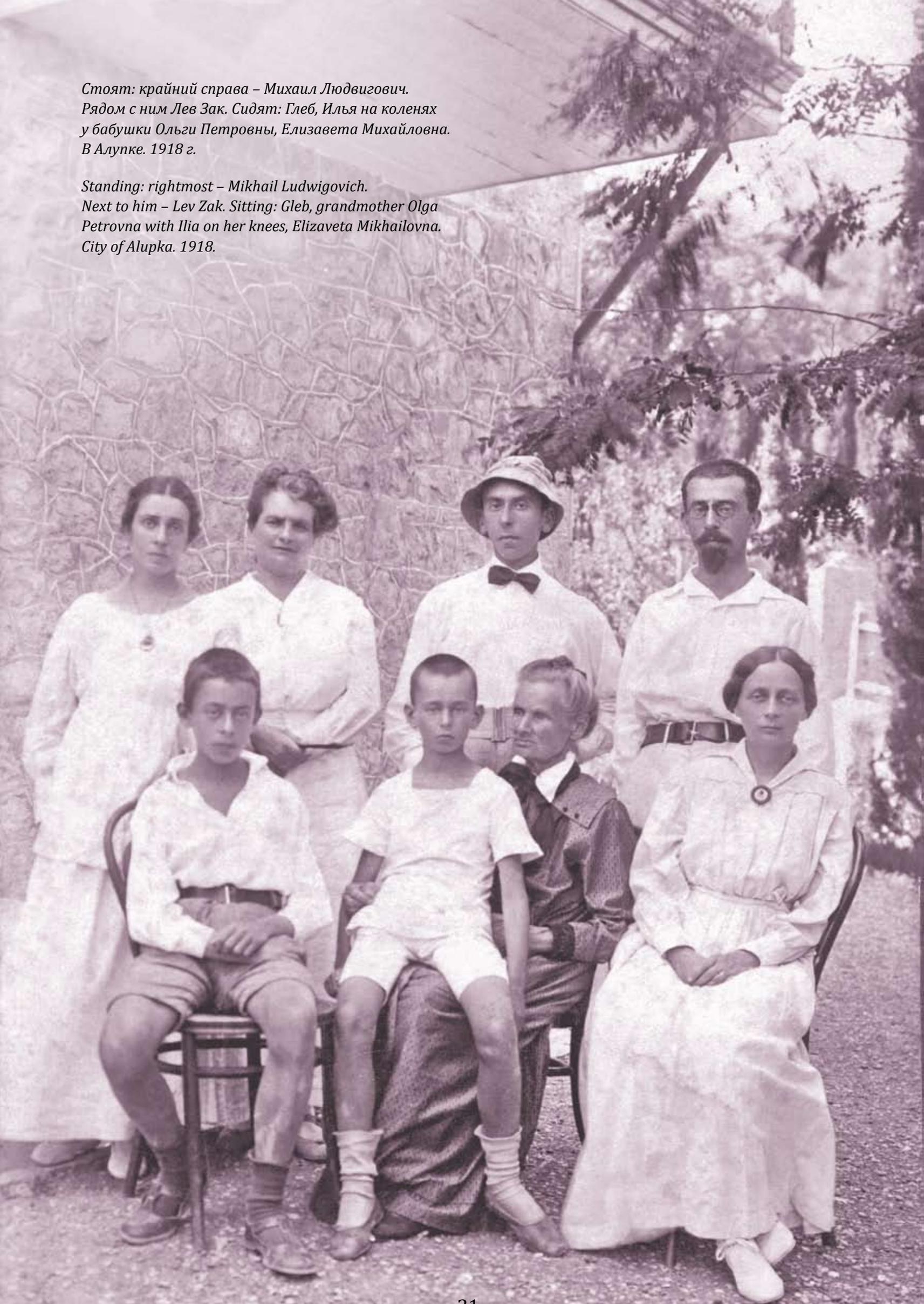
FAMILY REUNION IN THE CRIMEA

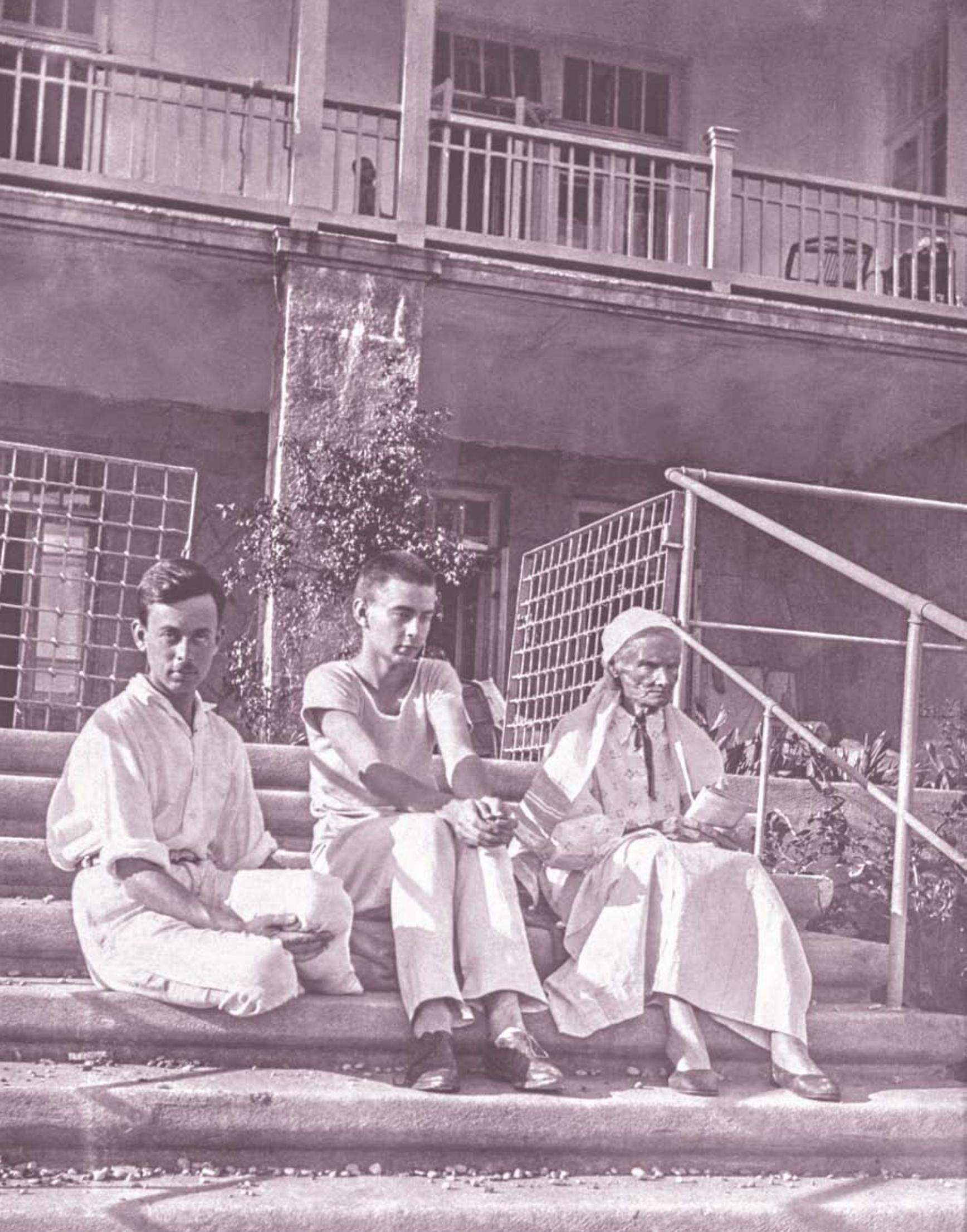
In the summer of 1918 Mikhail Ludwigovich having realized that he could be completely separated from the family asked for leave from Polytekh (Polytechnical Institute) and most likely not without difficulty got to the Crimea. There also came Elizaveta Mikhailovna's brother, Pavel Mikhailovich, and her mother, Olga Petrovna. In the Crimean photos Lev Zak can be seen among them as well. In one of his memoirs Ilia Mikhailovich also mentions that Vasili Ivanovich Zak was there too. So, the whole of the family appeared to be in the Crimea. *(A. I. Frank)*

In the 1920's my family lived in the Crimea and I went to school in the city of Yalta. For some reason, the secondary school was turned into Yalta Industrial and Economic Technical School. In 1925 after finishing the Technical School (equivalent to having an 8-year secondary education) I moved to Simferopol to my father who was Professor at the Crimean (Taurida) University that was temporary transformed into a pedagogical institute. *(I. M. Frank)*

Стоят: крайний справа – Михаил Людвигович.
Рядом с ним Лев Зак. Сидят: Глеб, Илья на коленях
у бабушки Ольги Петровны, Елизавета Михайловна.
В Алушке. 1918 г.

Standing: rightmost – Mikhail Ludwigovich.
Next to him – Lev Zak. Sitting: Gleb, grandmother Olga
Petrovna with Ilia on her knees, Elizaveta Mikhailovna.
City of Alupka. 1918.





*Внуки с бабушкой в Бобровском санатории.
Балкон перед комнатой, в которой проживали.
Алупка. Крым.*

*Grandmother and grandchildren in Bobrovsk Health
Center. In front of the balcony to the room where
they stayed. Alupka. The Crimea.*



Елизавета Михайловна Франк – во 2-м ряду в центре. Надпись на обороте фотографии: «Алупка. 29/XII –29 г. Детский санаторий имени профессора Боброва. На добрую память милой Елизавете Михайловне от сослуживцев корпуса им. Семашко».

Elizaveta Mikhailovna Frank in the center of the 2nd row. Inscription on the back: «Alupka. 29/XII –29. Children's Health Center named after Prof. Bobrov. To dear Elizaveta Mikhailovna in good memory from fellow-employees in the Building named after Semashko».

В ЯЛТИНСКОЙ ШКОЛЕ

Встаёт вопрос, как и чем жить. Елизавете Михайловне легче: она врач, и для неё находится работа (и жильё!) в детском санатории им. А. А. Боброва в Алупке.

Михаил Людвигович находит временную работу инженера в Управлении по проектированию орошения Голодной степи, обосновавшемся в Алупке.

Дети начали ходить в школу в Ялте. Жили в Ялте, но нередко ходили пешком из Ялты в Алупку и обратно.

В 1918 году в Симферополе был открыт Таврический университет, и Михаил Людвигович начал в нём преподавать. По окончании школы в Симферополь переезжают и дети: сначала Глеб – в 1921 году, потом и Илья – в 1925-м. (А. И. Франк)

IN YALTA SCHOOL

The question arises where to live and how to earn the living. It was much easier for Elizaveta Mikhailovna to find a job. She was a doctor and there was a vacancy (and an apartment!) in A. A. Bobrov Children's Health Center in Alupka.

Mikhail Ludvigovich took a temporary position in the Office for Designing Irrigation of the Hungry Steppe that settled down in Alupka.

Children went to school in Yalta. Residing in Yalta we often went on foot from Yalta to Alupka and back.

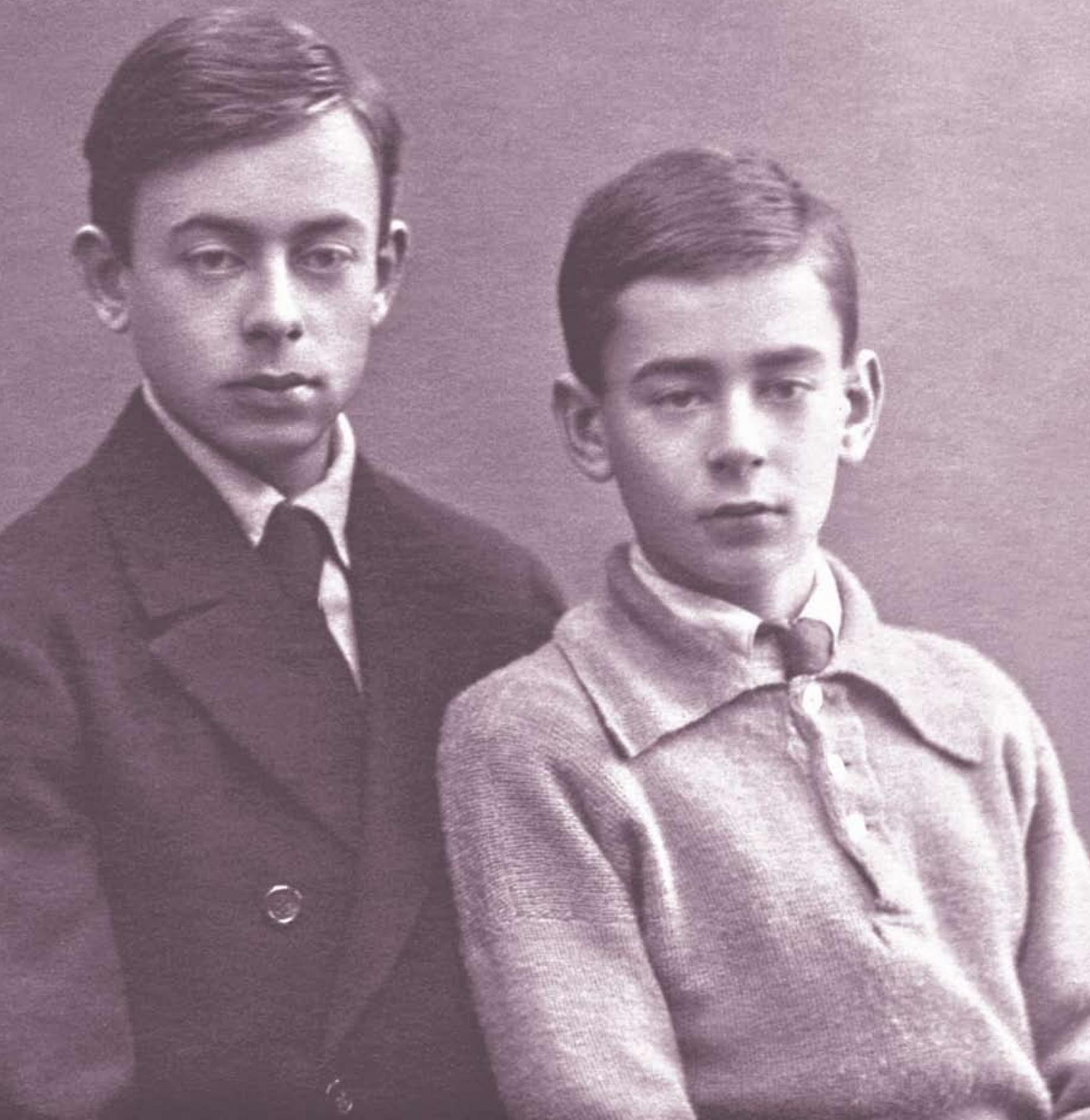
In 1918 in the city of Simferopol, Taurida University opened and Mikhail Ludvigovich began to teach in it. After finishing school children also moved to Simferopol: first Gleb in 1921 and then Ilia in 1925 (A. I. Frank)



*Михаил Людвигович, Елизавета Михайловна,
Глеб и Илья. Симферополь, 1923 г.*

Очень ярко проявился в отношениях с сыновьями его педагогический талант. Благодаря ему невольно возникал и поддерживался интерес к науке. Теперь я понимаю, какое это счастье, – иметь близкого человека, столь увлечённого наукой, обладающего такой широтой знаний и притом щедро и талантливо делившегося ими. *(И. М. Франк)*

His pedagogical gift manifested itself in the brightest way in relations with his sons. Owing to him involuntarily there arose and was maintained interest in science. Today, I realize what happiness it is to have a close person who possesses a wide knowledge sharing it generously in a talented way. *(I. M. Frank)*

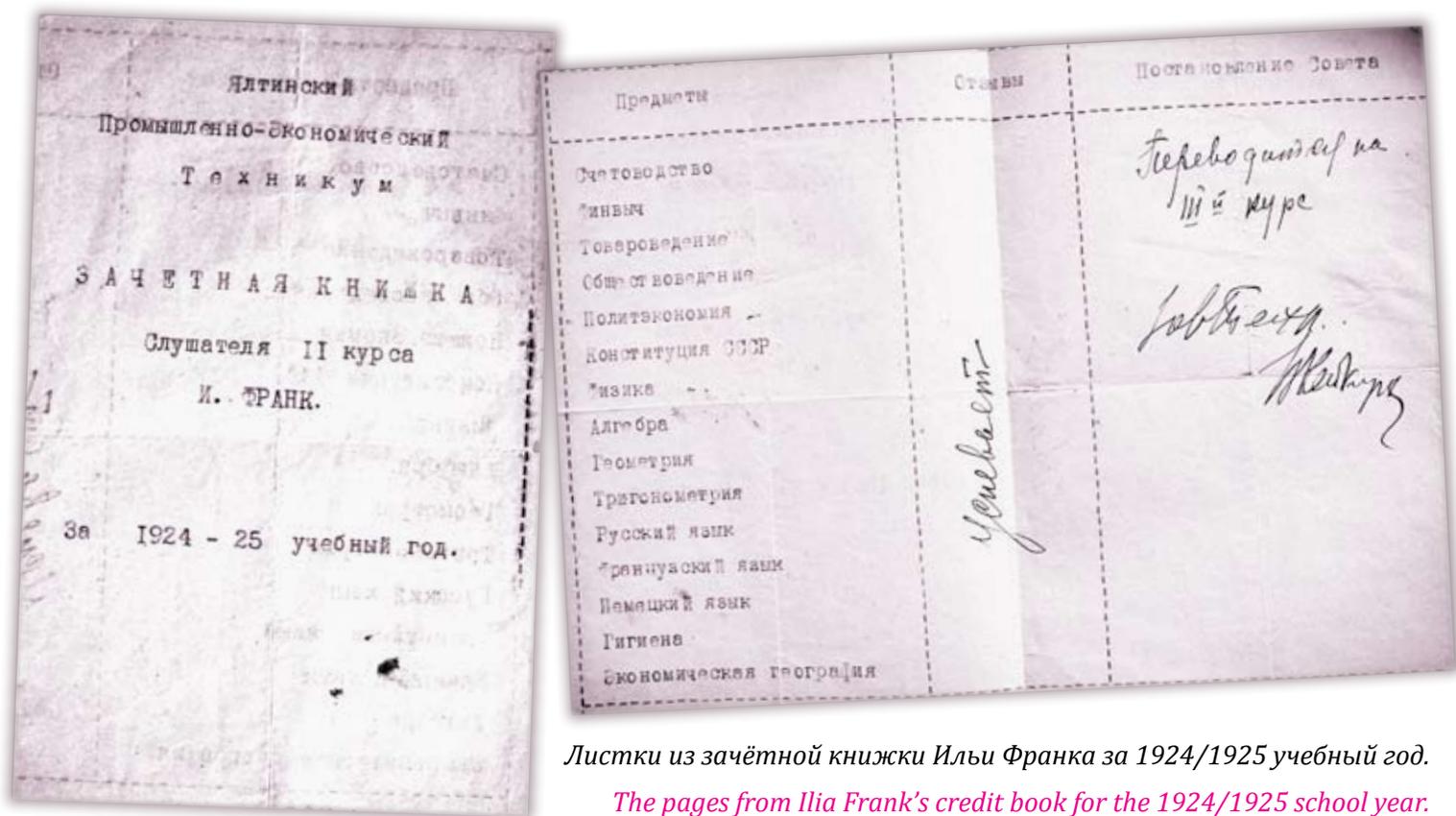


Mikhail Ludwigovich, Elizaveta Mikhailovna, Gleb and Ilya. Simferopol. 1923.



Надпись на обороте фотографии, сделанная рукой И. М. Франка: «Школьная фотография. Ялта 1920-е гг. Я во втором ряду сверху. Надо мной Женя Исакович (девушка с галстуком) и Лиля Кремли (с бантом в волосах)».

On the back of the photo I. M. Frank wrote by hand: «School photo. Yalta. 1920's. I am in the second row from above. Behind me – Zhenya Isakovich (the girl with a tie) and Lilya Kremli (the girl with a bow in her hair)».



Листки из зачётной книжки Ильи Франка за 1924/1925 учебный год.

The pages from Ilya Frank's credit book for the 1924/1925 school year.



Илья Франк. 1925 г.

Ilya Frank 1925.

Илья Франк. Симферополь.
1925 г.

Ilya Frank Simferopol. 1925.





*Михаил Людвигович Франк с сыновьями.
Илья – слева. Крым, Алупка. 1925 г.*

*Mikhail Ludvigovich Frank with his sons.
Ilya is on the left. The Crimea, Alupka. 1925.*

Мы приближались к периоду, когда заканчиваются наши с братом совместные воспоминания. Позже разность возрастов, особенности характера, а главное, обстоятельства жизни определили то, что у каждого из нас началась своя, собственная биография. Наши жизненные пути, конечно, неоднократно пересекались и соприкасались, но, в сущности, они стали уже независимы. *(И. М. Франк)*

We were approaching the time when our common memories with my brother came to an end. Later, difference in age and character, but mainly the circumstances of life, determined the fact that each of us started his own biography. Certainly, the courses of our life repeatedly intersected and adjoined, yet, actually, they became independent. *(I. M. Frank)*

СЛУШАТЕЛЬ ПЕДАГОГИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА

В 1925 году я переехал к отцу в Симферополь, где он был профессором в Крымском (Таврическом) университете, временно преобразованном в педагогический институт.

В 1925/1926 учебном году, не поступая в педагогический институт, я слушал там лекции, работал в учебной физической лаборатории и занимался в математическом кружке, даже сделал первые шаги в самостоятельной научной работе по геометрии. Единственная опубликованная работа по математике была выполнена тогда и напечатана в 1928 году. Кое-что сохранилось в виде рукописей. *(И. М. Франк)*

PEDAGOGICAL INSTITUTE STUDENT-LISTENER

In 1925, I moved to Simferopol to stay with my father who was a professor in the Crimean (Taurida) University temporarily transformed into a pedagogical institute at the time. In the 1925/26 school year, without taking entrance exams I attended lectures, worked in the physical laboratory, joined the mathematical club and even made the first steps in independent scientific work in geometry. The only paper of mine in mathematics was written then and published in 1928. Some handwritten pages remained. *(I. M. Frank)*



Михаил Людвигович Франк в Симферополе.

Mikhail Ludwigovich Frank in Simferopol.

НАВЫКИ ЗАГОТОВКИ ДРОВ И ШИТЬЯ САПОГ

Таврический университет начал свою работу в Симферополе в октябре 1918 года, когда правителем Крыма был барон П. Н. Врангель. Первым ректором университета был Р. И. Гельвиг, а вторым – Владимир Иванович Вернадский. В университете было пять факультетов: историко-филологический, физико-математический, юридический, медицинский и агрономический. Преподавали академики – В. И. Палладин и Н. И. Андрусов, ряд профессоров Петроградского, Московского и Пермского университетов. Среди них: Я. И. Френкель, Т. А. Афанасьева-Эренфест, И. Е. Тамм, Н. М. Крылов, М. Л. Франк, А. Г. Гурвич и Н. В. Оглоблин.

Яркой иллюстрацией условий жизни в Крыму того времени может служить следующий доку-

мент (из решения Совета университета в октябре 1920 года), приведённый в книге З. П. Грибовой: «Сотрудники университета доведены до такой степени нищеты, при которой уже начинается вымирание определённой группы или неизбежная необходимость прекращения научной работы... Профессора университета, чтобы не умереть с голоду, вынуждены были продавать последние вещи, брались за любую дополнительную работу, пилили дрова, шили сапоги и т. д. Свыше 20 профессоров и преподавателей совершенно лишены крова. Не лучше было и положение студентов. Многие из них систематически голодали. На весь университет было 30 стипендий». (А. И. Франк)



Илья с родителями. Крым. 1920-е гг.

Ilya with his parents. The Crimea. 1920's.

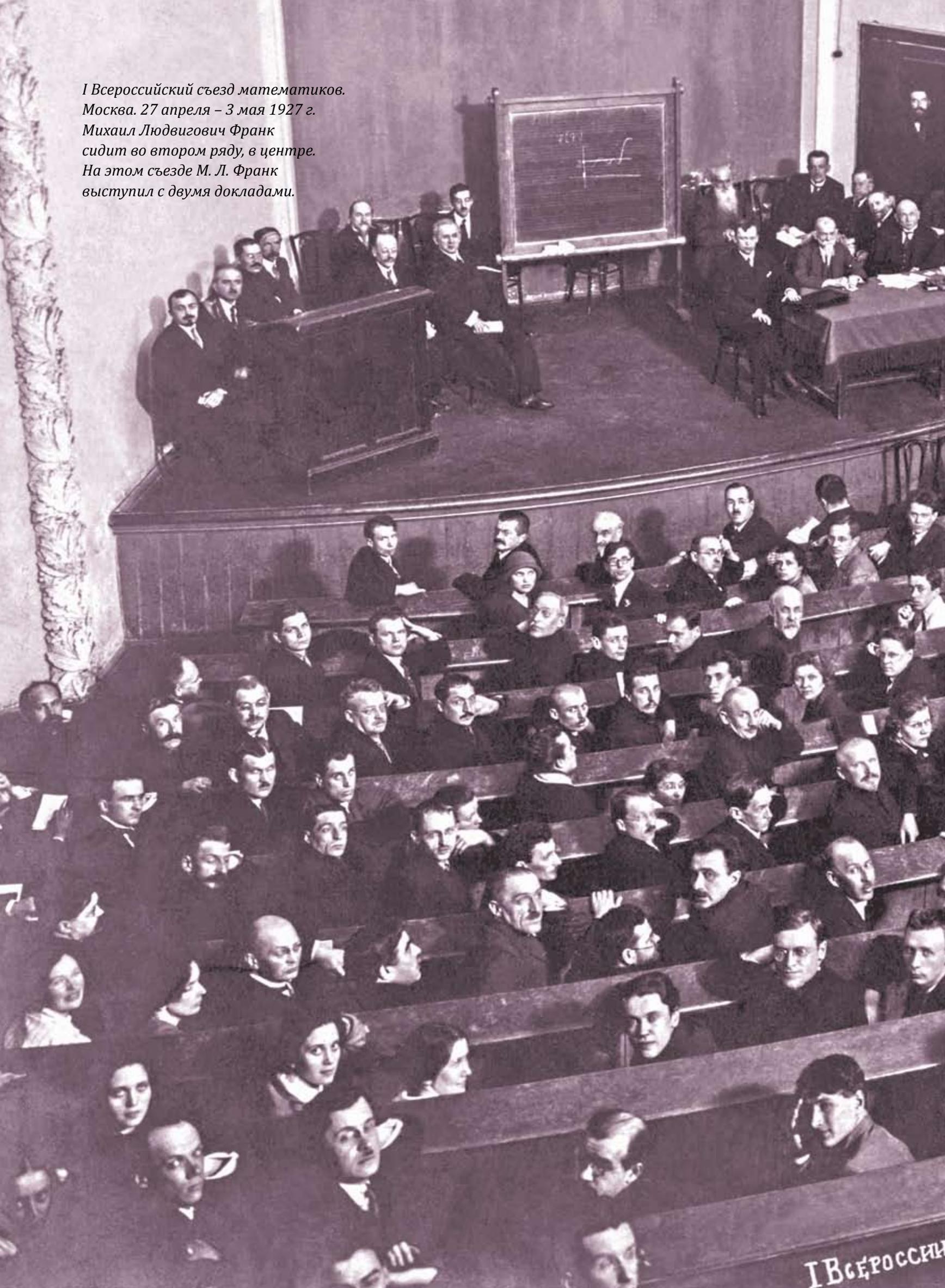
SKILLS OF SAWING FIREWOOD AND MAKING BOOTS

Taurida University started work in October 1918 when Baron P. N. Wrangell was Ruler of the Crimea. The first Rector of the University was R. I. Helvig and the second was Vladimir Ivanovich Vernadskii. The University had five faculties: historical and philological, mathematical, law, medical, and agronomical.

There read lectures Academicians V. I. Paladin and N. I. Andrusov, a number of professors from St. Petersburg, Moscow, and Perm Universities with Ya. I. Frenkel, T. A. Afanasieva-Erenfest, I. E. Tamm, N. M. Krylov, M. L. Frank, A. G. Hurvic, and N. V. Ogloblin among them.

A vivid illustration of living conditions in the Crimea at the time is the following document – Resolution of the University Council as of October 1920 given in the book of Z. P. Gribova: «The university employees are brought to such a degree of poverty at which extinction of a certain group may start or an inevitable necessity to stop scientific work will arise ... Not to die from hunger; university professors have to sell their last possessions, undertake any additional work, including sawing firewood, making boots, etc. Over 20 professors and lecturers do not have a home. The life of students is no better. Many are starving. The university is able to grant only 30 scholarships.» (A. I. Frank)

*I Всероссийский съезд математиков.
Москва. 27 апреля – 3 мая 1927 г.
Михаил Людвигович Франк
сидит во втором ряду, в центре.
На этом съезде М. Л. Франк
выступил с двумя докладами.*



*I All-Russia Congress of
Mathematicians Moscow 27 April – 3 May,
1927 Frank Mikhail Ludwigovich is in
the center of the second row. M. L. Frank
made two reports at the Congress.*



*Илья Франк, студент МГУ, на Набережной
Москвы-реки на фоне Кремля.*

*Ilya Frank, MSU student, on the embankment of the
Moscow River against the background of the Kremlin.*



МОСКОВСКИЙ СТУДЕНТ

В семейном архиве сохранилась замечательная фотография, относящаяся к студенческому периоду жизни Ильи Михайловича. Автор её неизвестен. Мне кажется, это фото очень точно передаёт настроение студента, приехавшего из далёкой провинции в большой и незнакомый ему город. Живётся этому студенту трудно. Нет сомнения, что с деньгами у него худо, да и ночевать особенно негде.

Позже Илья Михайлович вспоминал: «Я в то время вообще не имел постоянного пристанища и относился к этому равнодушно: снимал угол, спал на диване в зубоврачебном кабинете, а одно время даже на столе читального зала детской библиотеки, когда она бывала закрыта». (А. И. Франк)

ПОСТУПЛЕНИЕ В МГУ

В 1926 году я сдал вступительные экзамены в Московский университет и поступил на первый курс физико-математического факультета. Окончил университет в конце 1930 года, выполнив учебный план не только по физике (кафедра теоретической физики Л. И. Мандельштама), но и по математике. *(И. М. Франк)*

ENTERED MSU

In 1926 I took entrance exams and was admitted to the Physical and Mathematical Faculty of Moscow State University (MSU). I graduated from the University at the end of 1930 having completed the academic plan not only in physics (L. I. Mandelstam Chair of Theoretical Physics) but also in mathematics. *(I. M. Frank)*



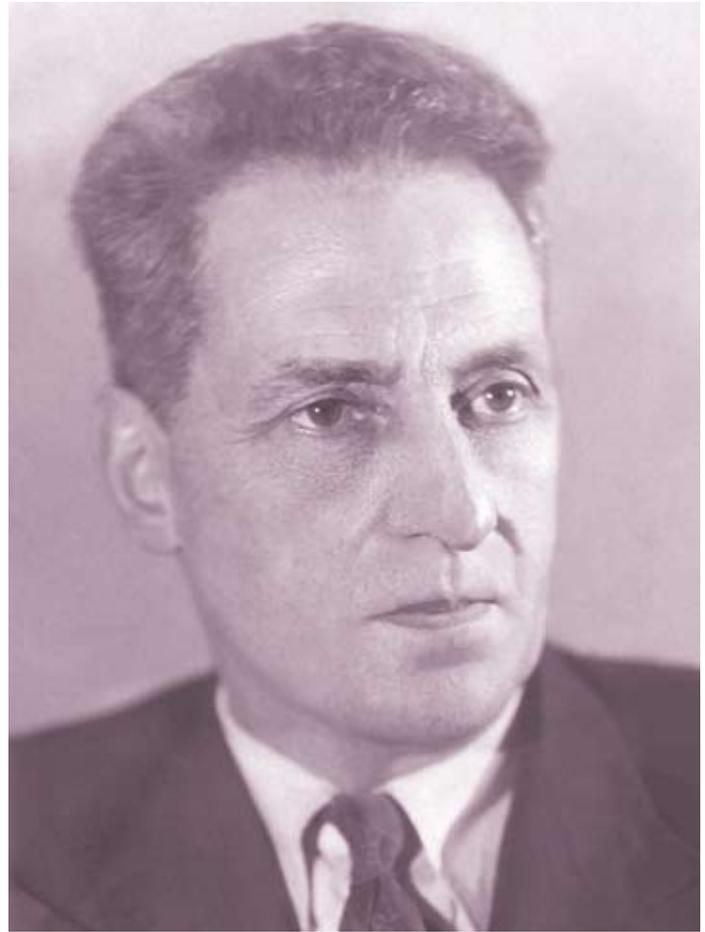
MOSCOW STUDENT

The family archive has a wonderful photo made in the time when Ilia Mikhailovich was a student. Who made it is unknown. I think that the photo reflects in a very exact way the mood of a student who came from a provincial city to a large unfamiliar city. His life is hard. No doubt he has a tight budget and hardly has where to stay for the night. As Ilia Mikhailovich recalled later: «at the time I did not have any permanent home being quite indifferent to the fact: rented a corner, slept on the sofa at the dentist's, and even on the table in the reading hall of the children's library when it was closed.» *(A. I. Frank)*



Сергей Иванович Вавилов.

Sergei Ivanovich Vavilov.



Григорий Самуилович Ландсберг.

Grigorii Samuilovich Landsberg

СУДЬБОНОСНОЕ ЗНАКОМСТВО

Впервые я познакомился с С. И. Вавиловым в 1927 году, будучи студентом второго курса физико-математического факультета Московского университета. Мне очень хотелось попасть в физическую лабораторию, меня привлекала любая лабораторная работа. Закончив досрочно общий студенческий практикум по физике (на первом, а не на втором курсе, как полагалось), я стремился продолжать работу в лаборатории.

Профессор Григорий Самуилович Ландсберг, уже немного знавший меня, рекомендовал меня С. И. Вавилову, набиравшему студентов для постановки задач в специальном оптическом практикуме. Кафедра теоретической физики, возглавляемая профессором Л. И. Мандельштамом, первоначально почти не имевшая лабораторной площади, незадолго до этого получила несколько комнат на первом этаже Физического института МГУ. И как только появилась возможность, С. И. Вавилов начал организацию специального практикума (или части практикума) кафедры.

В то время имена не только Л. И. Мандельштама, но и его ближайших сотрудников – Г. С. Ландсберга, И. Е. Тамма и С. И. Вавилова – нам, студентам, уже были хорошо известны. Однако о С. И. Вавилове как руководителе мы ничего не знали. В университете я оказался в первой группе студентов, начавших у него работу. *(И. М. Франк)*

DECISIVE-FOR-FUTURE MEETING

I first met S. I. Vavilov in 1927 when I was in my second year in the Physical and Mathematical Faculty of Moscow University. I was eager to work in a physical laboratory as any laboratory work attracted me. Having completed the students' obligatory practical work ahead of time (in my first year not in the second) I sought for continuation of laboratory work. Prof. Grigorii Samuilovich Landsberg, who already knew me a little, recommended me to S. I. Vavilov who enrolled students for special practical work in optics. The Chair of Theoretical Physics headed by L. I. Mandelstam that hardly had any laboratory space at the beginning was given a few rooms on the first floor of the Physical Institute affiliated with MSU just not long before that. As soon as it was possible, S. I. Vavilov started to organize special practical work (or part of work) for the Chair. At the time, the names of not only L. I. Mandelstam but also of his closest colleagues like G. S. Landsberg, I. E. Tamm, S. I. Vavilov were well known to students. Nothing, however, we knew about S. I. Vavilov as a leader. I appeared to be in the first group of students who started work under his guidance. *(I. M. Frank)*



Леонид Исаакович Мандельштам.

Leonid Isakovich Mandelstam.

«МАВР СДЕЛАЛ СВОЁ ДЕЛО...»

В постановке работ практикуманам в первое время помогал аспирант М. А. Леонтович. Бесспорный теоретик, он проявлял интерес и к экспериментальной работе. Михаил Александрович был всего на несколько лет старше нас, но уже тогда обладал и опытом научной работы, и зрелостью суждений, которых у нас совершенно не было.

Вспоминаю, что именно от него я впервые услышал утверждение, показавшееся мне парадоксальным. В связи с работой в практикуме он объяснил мне, что выполнение измерений по заданной программе и с помощью налаженной аппаратуры – это не просто регистрация показаний прибора, а всегда в какой-то мере творческий процесс. В правильности этого я вскоре убедился и сам. Думаю, что и в наш век высокой автоматизации это утверждение по-прежнему не теряет своего значения.

Благодаря помощи М. А. Леонтовича и собственному усердию я довольно быстро справился с постановкой порученной мне задачи, и тот же Михаил Александрович сказал мне: «Мавр сделал своё дело, мавр может уходить». Видимо, эти слова настолько меня испугали, что сохранились в памяти до сих пор. Вскоре, однако, пришёл Сергей Иванович, и всё разъяснилось. Он предложил мне, если я хочу (!), продолжать работу непосредственно у него и над поручаемой им темой. Вскоре я понял, какая это была для меня удача. *(И. М. Франк)*



Михаил Александрович Леонтович.

Mikhail Aleksandrovich Leontovich.

«THE MOOR HAS DONE HIS WORK...»

At the beginning, the post graduate student M. A. Leontovich assisted us in experiments during the laboratory practice. Being a pure theoretician he demonstrated interest in experimental work. Mikhail Aleksandrovich was just a few years older than we were but he already had research experience and maturity of judgment that we lacked. I remember that it was from him that I first heard the words that seemed rather paradoxical to me. In connection with some practical work he explained to me that carrying out measurements in accord with the program using adjusted equipment is not simply taking the readings but it is always a creative process to some extent. Soon I got convinced of the truth of the statement. I think that it does not lose its importance in our era of automation as well. Thanks to M. A. Leontovich's directions and my own hard work I completed the task in quite a short time and this very Mikhail Aleksandrovich said to me: «the Moor has done his work, the Moor can leave.» It seems to me that his words frightened me so much that I still remember them. Soon, however, S. I. Vavilov came and everything was explained. He offered, if I wanted (!), to continue work directly under his guidance and on problems set by him. Soon I realized how lucky I was. *(I. M. Frank)*



Илья Михайлович Франк. Декабрь 1929 г.

Ilia Mikhailovich Frank. December 1929.

НЕПРЕРЫВНОЕ НАУЧНОЕ ОБЩЕНИЕ

В молодости мне посчастливилось в том отношении, что уже в студенческие годы я попал в среду, в которой научное влияние воспринималось особенно интенсивно и разносторонне. Я имею в виду научную школу Л. И. Мандельштама, к которой принадлежали мои непосредственные учителя и выдающиеся физики С. И. Вавилов, Г. С. Ландсберг и И. Е. Тамм – учёные, столь различные по своей индивидуальности. Была, однако, особенность, характерная для всей этой школы – это непрерывное научное общение. Вопросы теории и результаты экспериментов неизменно и постоянно обсуждались, и эти разговоры (они происходили и вне научных семинаров), частые и длительные, никто не считал потерей времени. Первое время мне казалось удивительным, что столь выдающиеся люди часы своего драгоценного времени, в которое могли бы сделать нечто замечательное, тратят на разговоры, в которых немалое внимание уделяется тому, что не получилось или оказалось ерундой. В то время я не понимал и того, что в этих беседах часто излагались новые идеи, задолго до их опубликования, и, разумеется, без опасения, что их опубликует кто-то другой. Притом никто не жалел усилий, чтобы помочь формированию нового в понимании, совершенно не думая о соавторстве. В той моральной атмосфере, которая была свойственна школе Л. И. Мандельштама, это было более чем естественно. *(И. М. Франк)*

CONTINUOUS SCIENTIFIC COMMUNICATION

In my youth I was fortunate in the fact that already in my student years I got into an environment in which scientific influence was assimilated especially strongly in a multi-aspect way. I mean the scientific school of L. I. Mandelstam to which my direct teachers, the outstanding physicists S. I. Vavilov, G. S. Landsberg, and I. E. Tamm, who were very different in their individuality, belonged.

There was a feature, however, that was characteristic of the school as a whole – continuous scientific communication. Theoretical issues and experimental results were invariably and continuously discussed and the discussions (taking place not only at seminars) that were frequent and long were not considered waste of time by anybody. At first it seemed surprising to me that such remarkable people waste hours of their precious time, in which they could have done something outstanding, on talking paying sizable attention to what failed to be done or turned out to be a trifle. At that time I also was not aware of the fact that during the discussions new ideas were often proposed long before their publication without any fear that they would be published by anybody else. Moreover, no one spared effort in enabling the formation of the new in the understanding without even thinking about co-authorship. In the moral atmosphere that was characteristic of the school of L. I. Mandelstam this was only natural. *(I. M. Frank)*

В ОДНОМ КАБИНЕТЕ С ВАВИЛОВЫМ

Работал я в комнате, которая служила и кабинетом Сергею Ивановичу. Он приходил в неё довольно часто, принося с собой книги и журналы, которые читал или просматривал. Иногда он что-то писал и бывал очень сосредоточен. Работая, курил почти непрерывно. Письменного стола у него не было, и он работал, стоя перед высокой конторкой, находившейся в углу комнаты, около окна.

Вспоминая то время, я с удивлением обнаруживаю, что меня совершенно не стесняла работа в одной с ним комнате. Так было, несмотря на то несомненное почтение, которое начинающий студент не мог не чувствовать, к своему руководителю. Секрет этого, бесспорно, в удивительной и только Сергею Ивановичу свойственной совершенно естественной простоте обращения с учениками. С самого начала он разговаривал со мной как с равным, обсуждая результаты и программу работы. Советы его всегда были убедительны и воспринимались как должное. Но чувствовалось, что в действительности это не советы, а настойчивое указание на то, что именно и в какой последовательности следует делать. При этом он высказывал мне свои соображения, и я постепенно входил в круг его мыслей и идей. Всё это нисколько не походило на популяр-



С. И. Вавилов за работой.

S. I. Vavilov at work

ные лекции и наставления. Это всегда были беседы. Поэтому я быстро почувствовал себя участником работы, а не только её исполнителем.

Вполне естественно, что я свободно рассказывал о всех возникавших у меня соображениях, правильных и неправильных, совершенно не боясь сказать глупость. Обычно Сергей Иванович разъяснял вопрос, часто указывая, кто и когда это сделал. В более сложных случаях говорил: «По-моему, этим занимался такой-то, посмотрите там-то». При его блестящей памяти и поразительной эрудиции он почти всегда безошибочно мог сказать, где следует искать ответ. (*И. М. Франк*)

SHARING A STUDY WITH VAVILOV

My working place was in the room that served as a study for Sergei Ivanovich. He came there frequently bringing books and journals that he read or looked through. Sometimes he wrote something and was very concentrated. When working he smoked continuously. He did not have a desk. He worked standing at a high bureau by the window in the corner. At the time the official duties Sergei Ivanovich fulfilled were not as extensive and strenuous as in the later years but I have no doubt that he worked much. It was just the time that his wonderful, one of a kind book «Experimental Foundations of Theory of Relativity» (1928) was published. Moreover, he wrote a popular book «The Eye and the Sun» in a brilliant, poetic style (1927). There were numerous translations of books together with articles and essays in the physical journal «Uspekhi Fizicheskikh Nauk» (Advances in Physical Sciences). No doubt that Sergei Ivanovich read a lot in those years. An

amazingly broad knowledge especially in the history of science that impressed everybody cannot have arisen from nowhere. Looking back at the time I discover in surprise that I felt no discomfort in working in one room with him. It was true despite that the beginning student could not but feel deep respect for his supervisor. The secret lies in a wonderful, characteristic of him alone, quite natural manner of treatment of his students. From the very beginning he talked to me as to his equal when discussing working results and plans. His advice was always convincing and was taken for granted. But it felt not as advice but as strict recommendation of in what order and what should be done. At the same time, he shared his opinion with me and I gradually became aware of his thoughts and ideas. This did not look like giving a popular lecture or instructions at all. It was always a friendly talk. Therefore, I soon felt being not just a performer but part of the work. Quite natural then it was that I freely related my ideas to him without being afraid of saying something foolish. If it was not an empty talk (which Sergei Ivanovich could not stand) one should not be afraid of being accused of «illiteracy.» As a rule, Sergei Ivanovich clarified the issue often mentioning the one who and when did that. In a more difficult case he used to say «I think that it was so-and-so who was engaged in the problem, look for the information in ...» Almost every time, thanks to his brilliant memory and great erudition he was able to say without mistake where one should seek for the answer. Though he executed detailed direction of the work he left space for initiative. At the same time he did not allow dissipating one's energy and used to say: «Now, you complete these measurements and then you may try to do what you have suggested.» (*I. M. Frank*)

ПРО ОШИБКИ В РАБОТЕ

В отношении тех, чью работу он по-настоящему ценил, Сергей Иванович был снисходителен к ошибкам. Очень многие впоследствии вспоминали о том, как он выручил их из той или иной беды. При этом, однако, он никогда не скрывал своего отношения к тому, что происходило. Мелкая оплошность обычно вызывала у него шутовское замечание, а иногда, увидев огорчение или смущение, он даже утешал, рассказывая какую-либо историю из своей практики: «Ну ничего. А вот у меня было...» и т. д. (И. М. Франк)

ЕСТЕСТВЕННЫЙ ОТБОР

Начав работу у Сергея Ивановича и работая в меру сил, я долго не замечал, что Сергей Иванович не только хороший руководитель, но притом строгий руководитель. Я и теперь уверен, что у него в лаборатории мог работать каждый.

Вместе с тем вспоминаю, что многие студенты, появлявшиеся в лаборатории, через какое-то время незаметно исчезали, и, так как они уходили сами, я не задумывался над тем, почему это происходит. Видимо, происходил отбор, и строгий. Всё же я уверен, что ни начальная теоретическая подготовка, ни полученные ранее навыки работы в этом не играли роли. (И. М. Франк)

ABOUT FAULTS AT WORK

Sergei Ivanovich was tolerant to mistakes of those whose work he really valued. Later, many recollected that he helped them out of one or another trouble. At the same time, however, he never hid his opinion on what happened. A minor fault usually led to a joky remark, but when he noticed concern and embarrassment he even tried to comfort by telling a story from his life: «Well, it is nothing... I remember once I..., etc.» (I. M. Frank)

NATURAL SELECTION

Having started work under his guidance I was working to the best of my ability without noticing for a long time that Sergei Ivanovich was not only a good but also a very strict leader. And today, I am still sure that anybody could work in his laboratory. At the same time, I remember that many students, who came to the laboratory, quietly disappeared in some time and because they left themselves I did not think about why this happened. There must have been selection and a very strict one. Nevertheless, I think that neither initial theoretical training nor earlier acquired working skills played any role. (I. M. Frank)



Старое здание ФИАН. 1930-е гг.

The old building of FIAN. 1930's.



*С. И. Вавилов с группой студентов. 1929 г.
Слева направо: сидят – В. В. Антонов-Романовский,
С. И. Драбкина, С. И. Вавилов, А. Г. Морозова, А. К. Ти-
мирязов, ?; стоят – И. М. Франк, Д. И. Блохинцев,
И. П. Цирг, М. А. Марков, Л. Н. Кацауров, Н. М. Мелан-
холин, ?, ?.*

*S. I. Vavilov among students. 1929.
From left to right: sitting – V. V. Antonov-Romanovskii,
S. I. Drabkina, S. I. Vavilov, A. G. Morozova,
D. K. Timiryazev, ?; standing – I. M. Frank,
D. I. Blokhintsev, I. P. Zirg, M. A. Markov, L. N. Katsaurov,
N. M. Melankholin, ?, ?.*

ВЗАИМООТНОШЕНИЯ С ПОДЧИНЁННЫМИ

Сергей Иванович с первых дней знакомства и до конца жизни называл каждого нас по имени и отчеству. Этим он как бы подчёркивал своё обращение с учениками как с равными. Вся субординация в отношениях целиком была основана на его авторитете и на уважении к нему.

Иногда Сергей Иванович откровенно сердился. Но это происходило крайне редко, его раздражение бывало мимолётным, и вспоминать об этом не хочется. Но вот на сдержанное одобрение работы он был очень щедр, а искренняя и бескорыстная заинтересованность в работе была постоянной. И когда ему казалось, что получился интересный результат, он, видимо, охотно говорил об этом с другими. Так, иногда до меня доходили отзывы о моей работе, сделанные им в разговоре с кем-либо. Мне же он в свою очередь с явным удовольствием рассказывал об интересных результатах того или иного ученика или изобретателя, причём его личное отношение к этому человеку не играло никакой роли. *(И. М. Франк)*

RELATIONSHIP WITH SUBORDINATES

From the first days of our acquaintance to the end of his life Sergei Ivanovich addressed us by the first name and patronymic name. In this way he seemed to emphasize his treatment of students as his equals. The entire subordination based on his authority and respect for him. He happened to be frankly angry, though quite rarely. His irritation passed fast, I do not like recollecting that. Yet, he was generous in his restrained approval of the work and his sincere and selfless interest in the work was permanent. When he thought that an interesting result had been obtained, he seemed to gladly talk about that with others. So, sometimes I heard of his opinion on my work that he passed in a conversation. In turn, he also told me, with clear pleasure, about interesting results that some student or inventor had achieved, with his personal attitude to the person playing no role. *(I. M. Frank)*



Элла Абрамовна Бейлихис, будущая супруга И. М. Франка, рядом с человеком, несущим плакат-карикатуру. А пока они ещё не знакомы. Красная площадь. Надпись на обороте: «XIV – МЮД. 1928 г.».



Ella Abramovna Beikhilis – I. M. Frank's future wife. I. M. Frank is next to the man carrying a placard with a caricature. They do not know each other yet. Red Square. Written on the back: XIV-MYuD (Moscow Youth Demonstration). 28.

ПРАКТИКА В ЛЕНИНГРАДЕ

Примерно два года спустя двух студентов-физиков, в том числе и И. М. Франка, направили для прохождения студенческой практики в Ленинград, в Государственный оптический институт (ГОИ). Как вспоминал позже Илья Михайлович, Сергей Иванович посоветовал ему постараться попасть на практику к Александру Николаевичу Теренину и снабдил его рекомендательным письмом.

Рекомендации Вавилова было достаточно, чтобы А. Н. Теренин, принимавший студентов не слишком охотно и с большим разбором, немедленно согласился принять Франка.

По-видимому, работа в ГОИ была успешной, поскольку после окончания МГУ в 1931 году Илья Михайлович поступает в лабораторию Теренина уже в качестве сотрудника. (А. И. Франк)

PRACTICAL WORK IN LENINGRAD

About two years later two students-physicists, one of whom was I. M. Frank, were sent to do practical work in the State Optical Institute (SOI) in the city of Leningrad. According to Ilya Mikhailovich, Sergei Ivanovich advised him to have practice in the group led by Aleksandr Nikolaevich Terenin and gave him a recommendation letter. Vavilov's recommendation was enough for A. N. Terenin, who took students not willingly and with great care, to immediately agree to accept I. M. Frank. Work in SOI must have been successful since after graduating MSU in 1930, I. M. Frank joined Terenin's Laboratory as a staff member. (A. I. Frank)



В лаборатории А. Н. Теренина в ГОИ. В нижнем ряду: второй слева – А. Н. Теренин, крайний справа – И. М. Франк. Во втором ряду крайний справа – Г. Г. Неуймин. Ленинград. 1931 г.

In the Laboratory of A. N. Terenin in SOI, Leningrad (1931). In the bottom row: second on the left – A. N. Terenin, rightmost – I. M. Frank. In the second row: rightmost – G. G. Neuimin.



ГОИ. Ленинград 1930 г.

SOI. Leningrad 1930.

В ЛАБОРАТОРИИ У А. Н. ТЕРЕНИНА

Когда я познакомился с А. Н. Терениным, он был уже широко известен как физик. В то время квантовая механика не только открыла путь к изучению строения атома и молекул, но и завоёвывала умы физиков, стоявших на позициях классики. К числу таких обращённых в квантовую веру принадлежал и директор ГОИ Д. С. Рождественский. Его ученик А. Н. Теренин был известен работой, которая справедливо считалась одной из основополагающих для квантовой интерпретации взаимодействия света с молекулой. Им в 1925 году была открыта оптическая диссоциация двухатомных молекул.

В лаборатории А. Н. Теренина, когда я с ней познакомился, продолжалось развитие работ по изучению диссоциации молекул и смежных вопросов.

В это же время в Германии Джеймс Франк занимался вопросами диссоциации молекул светом и анализировал результаты, полученные другим методом (по поглощению света). Между выводами, к которым приходили А. Н. Теренин и Джеймс Франк, в каких-то пунктах были разногласия. Когда после окончания университета в 1931 году я вернулся к А. Н. Теренину уже сотрудником, а не практикантом, он поручил мне выяснение причин этих противоречий.

Я теперь с большой благодарностью вспоминаю свою работу в лаборатории у А. Н. Теренина и то, чем ему обязан. Впервые там я познакомился со сложной (по тем временам) экспериментальной техникой (вакуумной и спектроскопической). Мне теперь очень дорого и то, что А. Н. Теренин при встрече со мной, незадолго до своей кончины, сказал слова, которые, даже если сделать скидку на пристрастность учителя к своим ученикам, представляются необычайно почётными. (И. М. Франк)

IN TEREININ'S LABORATORY

When I first met A. N. Terenin he was well known as a physicist. At the time, quantum mechanics did not only offer means for studying the structure of atoms and molecules but also began to conquer the minds of the physicists who stood on the positions of classics. Among those converted into the quantum belief was D. S. Rozhdestvenskii, SOI Director. His disciple, A. N. Terenin, was known by his work that was fairly considered one of the fundamental works in quantum interpretation of the interaction of light with molecules. In 1925 he discovered optical dissociation of diatomic molecules.

When I came to Terenin's Laboratory they continued development of investigations in dissociation of molecules and related topics.

At that time in Germany James Frank studied light-induced dissociation of molecules and analyzed the results obtained by a different method (light absorption). The conclusions made by A. N. Terenin and James Frank disagreed to some extent. As soon as I graduated from university and returned to A. N. Terenin not as a student but as a staff member he instructed me to reveal the cause of such inconsistency.

Today, I remember with deep gratitude my work at A. N. Terenin's Laboratory and what I owe him. It was in his Laboratory that I first got acquainted with complex (for those times) experimental equipment (vacuum and spectroscopic). The fact is now very dear to me that when we met shortly before his death he told me the words which even if you make allowances for the teacher's bias in favor of his student seem extraordinarily honorable. (I. M. Frank)

ЛЕНИНГРАДСКИЙ ПЕРИОД

Талант Михаила Людвиговича как педагога развернулся во время работы в Симферополе в полной степени. Его лекции неизменно пользуются большой популярностью среди студентов. Появляются и первые ученики. О популярности М. Л. Франка как профессора свидетельствует тот факт, что когда стало известно о планах его переезда в Ленинград, студенты Крымского педагогического института написали ему коллективное письмо с просьбой остаться в Симферополе. Они писали, что его отъезд был бы невосполнимой потерей для преподавания математики в Симферополе.

В 1930 году М. Л. Франк получает приглашение перейти на работу в Ленинград. У него было даже два приглашения, которые он принял – заведовать кафедрой приближённых вычислений в Ленинградском университете и быть профессором в Политехническом институте, а точнее, в Ленинградском Физико-механическом институте, временно выделившемся из него.

В начальный период работы в Ленинграде ему сильно помогла старая дружба с Я. И. Френкелем, который не только способствовал его переезду в Ленинград, но на довольно длительный срок предоставил ему для жилья свой кабинет.

В 1931 году М. Л. Франку была выделена квартира в том же профессорском доме Политехнического института, где жили и Френкели, после получения которой из Крыма в Ленинград переехала и Елизавета Михайловна Франк.

В сущности, только в Ленинграде М. Л. Франк получает нормальные условия жизни. Сил и энергии у М. Л. Франка было в то время много, и он не терял связей с Университетом и Институтом усовершенствования учителей. Не случайно, что именно в этот период он не просто работает, но пишет свои основные книги по математике. В них нашли отражение и накопленные знания, и опыт педагогической работы, но, конечно, в первую очередь талант автора. *(И. М. Франк)*

LENINGRAD PERIOD

The pedagogical talent of Mikhail Ludwigovich demonstrated itself at full scale during his work in Simferopol. His lectures were invariably popular with students. There appeared first disciples. The evidence of his popularity is the fact that when it became known that he was moving to Leningrad the students of the Crimean Pedagogical Institute wrote him a collective letter asking to stay in Simferopol. They wrote that his leaving the Institute would bring an irreparable loss to teaching mathematics in Simferopol. In 1930, M. L. Frank received an invitation to work in Leningrad. He had even two invitations which he accepted – to be Head of the Chair of Approximate Calculations



*Михаил Людвигович и Елизавета Михайловна.
Ленинград. Февраль 1935 г.*

*Mikhail Ludwigovich and Elizaveta Mikhailovna.
Leningrad. February 1935.*

in Leningrad University and to take the position of a professor in the Polytechnic Institute, to be more exact, in Leningrad Physical and Mathematical Institute that temporarily separated from the former. In the initial period of work in Leningrad his old friend, Ya. I. Frenkel, helped him a lot. He did not only promote his moving to Leningrad but also accommodated him in his study for quite a long time. In 1931, M. L. Frank was provided with an apartment in the same building for professors of the Polytechnic Institute in which the Frenkels lived. Soon after that Elizaveta Mikhailovna Frank moved to Leningrad from the Crimea. Generally speaking, it was only in Leningrad that M. L. Frank had normal living conditions. He was full of strength and energy, he did not lose contact with the University and the Institute for Teachers Improvement. It is no coincidence that it was during that period that he not simply worked but also wrote his main books in mathematics. They reflect the accumulated knowledge and experience of pedagogical work and, of course, the talent of the author in the first place. *(I. M. Frank)*



Оба сына к 1934 году оказываются тоже в Ленинграде. Глеб работает в Физико-техническом институте у А. Ф. Иоффе – заведует лабораторией биофизики, а Илья – в ГОИ. (А. И. Франк)

ДВА ДОКТОРА НАУК

Опубликованных работ, относящихся к ленинградскому периоду, у Ильи Михайловича немного. Но, по-видимому, результаты были существенными, поскольку по итогам работ в ГОИ Илье Михайловичу в 1935 году была присуждена докторская степень за диссертацию «Элементарные процессы при оптической диссоциации». В своей автобиографии И. М. Франк упоминает, что диссертация была представлена в виде рукописного доклада.

Дело в том, что институт учёных степеней был введён в СССР именно в это время, и ряду учёных степень была присуждена по совокупности выполненных работ. Таким же образом и в том же 1935 году докторская степень была присуждена и его брату – Глебу Михайловичу Франку. (А. И. Франк)

By 1934 both sons were also in Leningrad. Gleb worked for A. F. Ioffe Physical and Technical Institute as Head of the Biophysical Laboratory, and Ilia – for SOI. (A. I. Frank)

TWO DOCTORS OF SCIENCE

Ilia Mikhailovich did not have many published works related to the Leningrad period.

Nevertheless, the results of his work in SOI must have been essential and in 1935, he was awarded the academic degree of Doctor of Science for the thesis «Elementary Processes in Optical Dissociation.» In his autobiography I. M. Frank mentions that the thesis was presented in the form of a handwritten report.

The matter is that the institute of scientific degrees was introduced in the USSR in that very period and a number of scientists were awarded doctoral degrees for the totality of works performed. In the same way, the same 1935 year his brother, Gleb Mikhailovich Frank, received his doctoral degree. (A. I. Frank)

«ИЗЯЩЕСТВО МЕТОДА И ИСЧЕРПЫВАЮЩИЙ АНАЛИЗ»

По окончании Московского государственного университета И. М. Франк перешёл на работу в Государственный оптический институт, в лабораторию А. Н. Теренина. Здесь им были выполнены весьма интересные работы о функции возбуждения и кривой поглощения при оптической диссоциации йодистого калия, по абсорбции света вблизи резонансной линии ртути и о фотохимической реакции ртути и кислорода. В этих работах проявились инициатива и оригинальность экспериментальной методики и научного мышления И. М. Франка. Работы интересны изяществом метода и исчерпывающим анализом экспериментальных данных.

За годы своей работы в МГУ и ГОИ И. М. Франк стал превосходным специалистом в области физической оптики, освоив наиболее тонкие и трудные стороны этой дисциплины. (С. И. Вавилов)

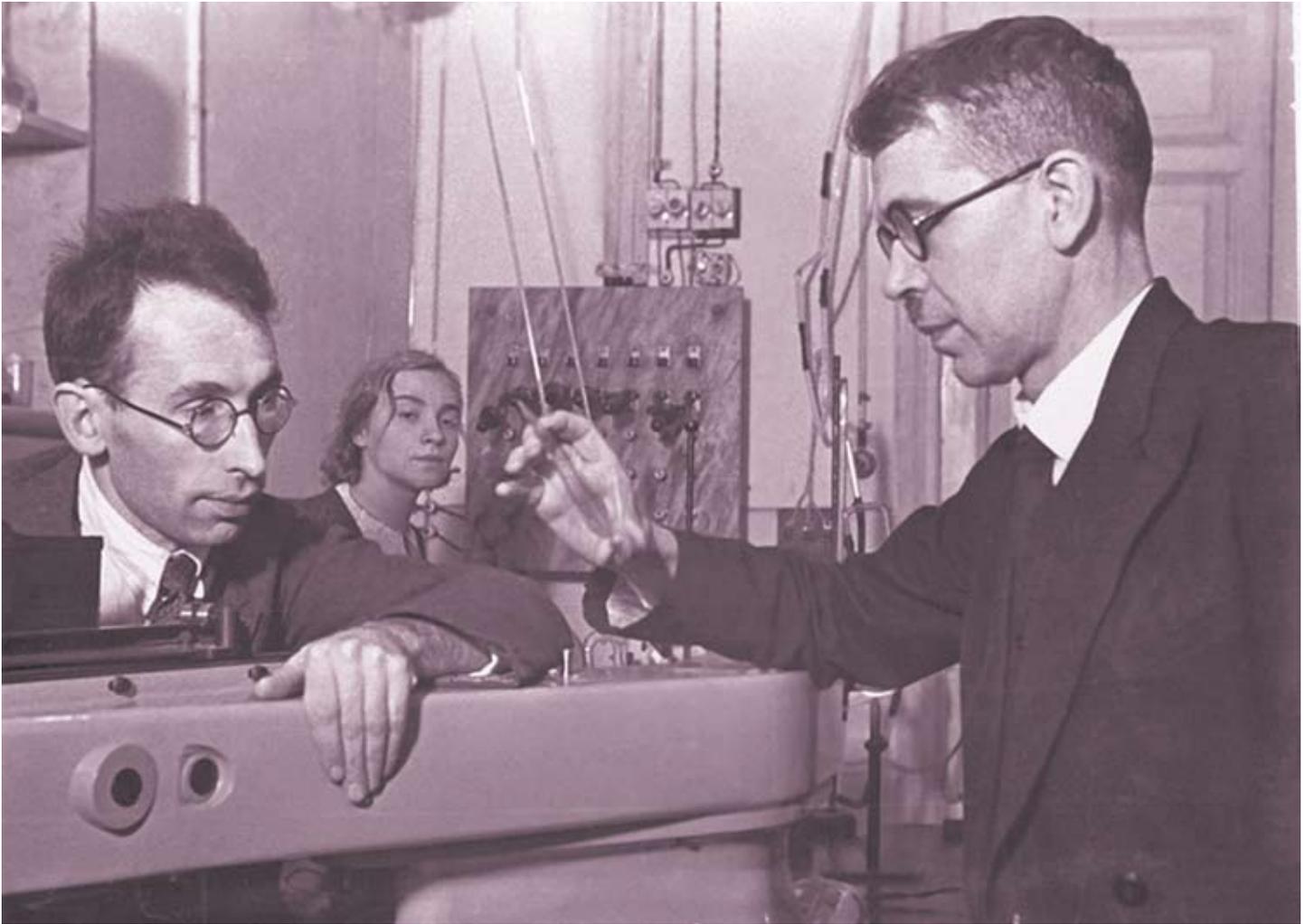
ELEGANCY OF METHOD AND IN-DEPTH ANALYSIS

After graduating from Moscow State University (MSU) I. M. Frank went to work in the Laboratory headed by A. N. Terenin in the State Optical Institute (SOI) where quite interesting investigations of the excitation function and the absorption curve in the process of optical dissociation of potassium iodide, of light absorption in the vicinity of the mercury resonance line, and of the photochemical reaction of mercury and oxygen, were conducted. In his work I. M. Frank demonstrated initiative, originality of experimental approach, and scientific thinking. The work is of interest due to elegance of the method and an in-depth analysis of the experimental data. During his work in MSU and SOI, I. M. Frank became an excellent specialist in the field of physical optics having mastered the finest and most difficult aspects of the discipline. (S. I. Vavilov)



Репетиция работы с камерой Вильсона в «полевых условиях» на крыше здания Академии наук СССР в Ленинграде в 1934 г. (слева – Н. А. Добротин, справа – И. М. Франк).

Testing of the Wilson chamber in the «field conditions» on the roof of the building of the USSR Academy of Sciences in Leningrad in 1934. (On the left – N. A. Dobrotin, on the right – I. M. Frank).



В лаборатории. Слева – Б. Я. Свешников, справа – С. И. Вавилов. 1934 г.

In the laboratory. On the left – B. Ya. Sveshnikov, on the right – S. I. Vavilov. 1934.

ПЕРЕЕЗД ИНСТИТУТА В МОСКВУ

С. И. Вавилов в эти годы работал в Ленинграде. Он был заместителем Д. С. Рождественского в ГОИ, а также возглавлял физическое отделение Физико-математического института имени В. А. Стеклова АН СССР.

В апреле 1934 года Общее собрание Академии наук приняло постановление о разделении института имени В. А. Стеклова на два института: Институт физики и Институт математики. Тогда же было принято решение о переводе этих двух институтов – физического и математического – в Москву. Директором Физического института стал С. И. Вавилов. *(Б. М. Болотовский)*

ВСЛЕД ЗА ВАВИЛОВЫМ

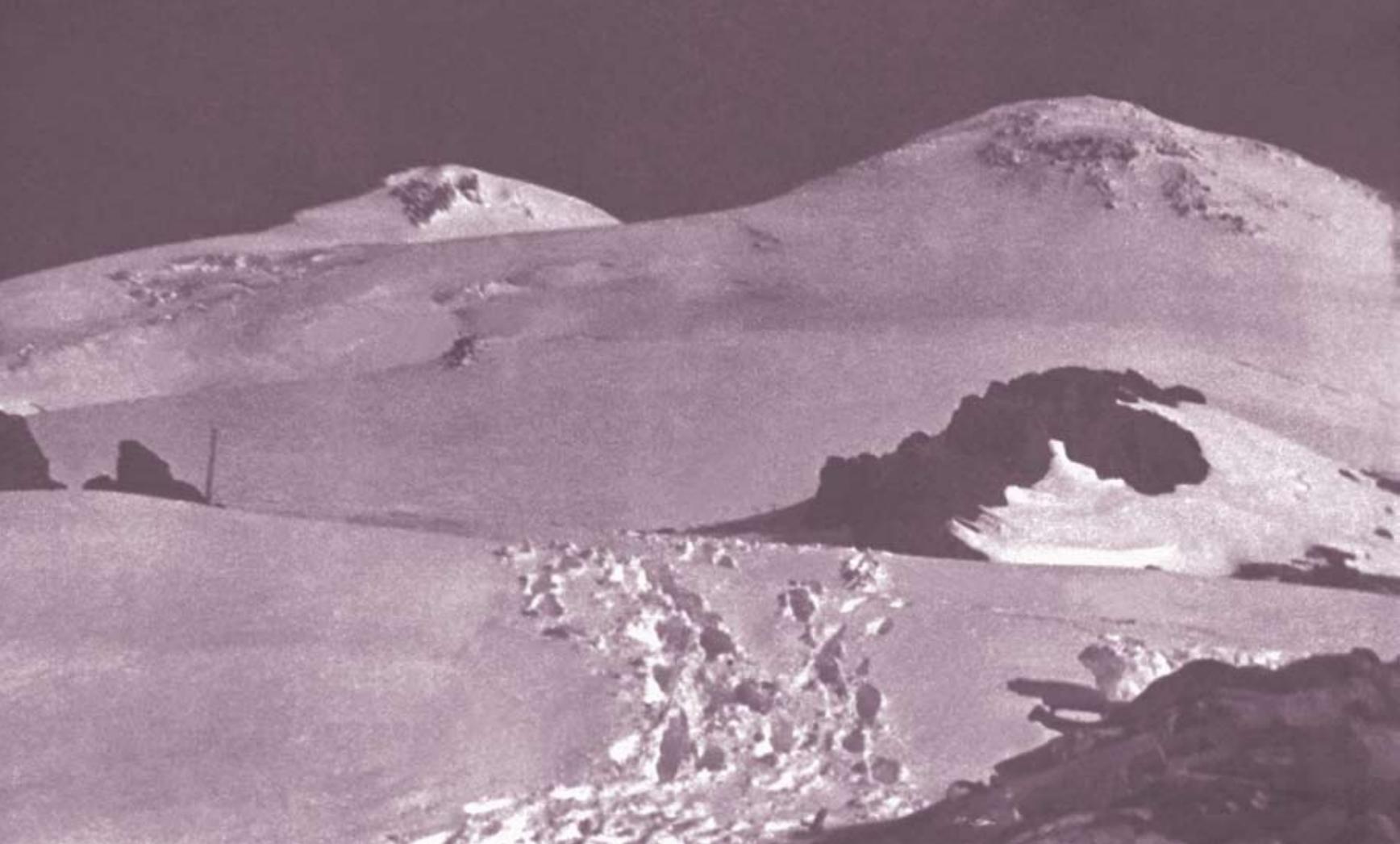
В 1934 году по предложению С. И. Вавилова перешёл на работу в физический отдел Физико-математического института АН СССР, который вскоре, при переезде Академии наук из Ленинграда в Москву, был преобразован в Физический институт им. П. Н. Лебедева АН СССР (ФИАН). Здесь приобрёл новую для меня специальность – ядерную физику. *(И. М. Франк)*

INSTITUTE MOOVES TO MOSCOW

S. I. Vavilov worked in Leningrad at the time. He was Deputy to D. S. Rozhdestvenskii in SOI. Also, he was Head of the Physical Department of V. A. Steklov Physical and Mathematical Institute of the USSR Academy of Sciences. In April 1934 the General Meeting of the USSR Academy of Sciences passed a resolution that V. A. Steklov Institute should be divided into two, i. e., the Institute of Physics and the Institute of Mathematics. At the same time it was decided that both Physics and Mathematics Institutes would move to Moscow. S. I. Vavilov became Director of the Institute of Physics *(B. M. Bolotovskii)*

FOLLOWING VAVILOV

In 1934, by the offer of S. I. Vavilov I went to work for the Physical Department of the Physical and Mathematical Institute of the Academy of Sciences which was transformed into P. N. Lebedev Physical Institute (FIAN) soon after the Academy of Sciences moved from Leningrad to Moscow. There I became involved in a new field for me – nuclear physics. *(I. M. Frank)*



ПЕРВАЯ ЭЛЬБРУССКАЯ ЭКСПЕДИЦИЯ

В 1934 году по инициативе моего брата Г. М. Франка началась подготовка к первой высокогорной Эльбрусской комплексной экспедиции. Эту инициативу сразу поддержали и С. И. Вавилов, и А. Ф. Иоффе, и в экспедиции уже в первый год принял участие ряд институтов самого различного профиля. Первым начальником экспедиции был профессор Военной электротехнической академии А. А. Яковлев. Затем ряд лет экспедицией руководили Г. М. Франк и В. И. Векслер.

В первый же год работы экспедиции в ней приняла участие группа ФИАна, состоявшая из Добротина, Черенкова и Франка. Мы провели тогда первые наблюдения космических лучей камерой Вильсона на различных высотах – от 2000 м (Терскол) до 4300 м («Приют одиннадцати»). Кроме того, по предложению С. И. Вавилова вместе с группой ГОИ, состоявшей из академика А. А. Лебедева и И. А. Хвостикова, мы занимались изучением свечения ночного неба.

Условия работы, особенно для исследования космических лучей, тогда были ещё чрезвычайно неблагоприятными. В целях уменьшения радиоактивного фона работать пришлось прямо на льду ледника, притом даже без палатки. В качестве источника света мы использовали Солнце, направляя его свет от зеркала гелиостата в камеру Вильсона. Тем не менее камера Вильсона работала, и даже удавалось получать фотографии.

Это было началом серии работ по изучению космических лучей, которые велись в Эльбрусской экспедиции в последующие годы главным образом В. И. Векслером и Н. А. Добротиным. Примерно в то же время С. Н. Вернов применил метод шаров-радиозондов, изобретённых П. А. Молчановым для наблюдения космических лучей. Несколькими годами позже он совершил морскую экспедицию к экваториальным широтам. В результате этих работ Вернов открыл существование сильного широтного эффекта космических лучей в стратосфере.

Вспоминаю, как при обсуждении этой работы в Академии наук С. И. Вавилов отстаивал полученные С. Н. Верновым результаты от нападок со ссылкой на иностранные авторитеты, у которых такой результат не получился. Замечу, что вместе с С. Н. Верновым в экспедиции был и Н. Л. Григоров. Разумеется, от всех этих работ до космической станции «Протон» расстояние велико и по числу прошедших с тех пор лет, и по уровню развития нашей науки и техники. Но всё же это было начало того пути, по которому предстояло идти, и имя С. И. Вавилова, активно помогавшего исследованиям уже на первых шагах этого пути, не должно быть забыто. *(И. М. Франк)*

FIRST ELBRUS EXPEDITION

In 1934 on the initiative of my brother, G. M. Frank, preparation for the first high-altitude complex expedition to Elbrus began. The initiative was immediately supported by S. I. Vavilov and A. F. Ioffe. In the first year a number of institutes of quite different research directions already took part in the expedition. The first head of the expedition was Prof. A. A. Yakovlev from the Military Electrotechnical Academy. Then, for several years the leaders were G. M. Frank and V. I. Veksler.

In the first year a group from FIAN consisting of Dobrotin, Cherenkov and Frank joined the expedition. We conducted first observations of cosmic rays with the Wilson chamber at different altitudes: from 2000 m (Terskol) to 4300 m («Shelter of Eleven»). In addition, as suggested by S. I. Vavilov, we studied the glow of the night sky together with a SOI group consisting of Acad. A. A. Lebedev and I. A. Khvostikov.

The working conditions especially for the investigation of cosmic rays were extremely unfavorable then. In order to reduce the radioactive background we had to work directly on the ice of the glacier without even setting up a tent. We used the sun as a source of light by directing its light from the mirror

of a heliostat into the Wilson chamber. Nevertheless, the Wilson chamber worked and we even managed to take photos.

This was the beginning of a series of investigations of cosmic rays that in the further were mainly conducted by V. I. Veksler and N. A. Dobrotin on the Elbrus expedition. At about the same time, S. N. Vernov used radio-sounding balls invented by P. A. Molchanov for observing cosmic rays. A few years later he went on a marine expedition to equatorial latitudes. As a result, Vernov discovered the existence of the latitude effect of cosmic rays in the stratosphere.

I remember S. I. Vavilov protecting the obtained results from the attacks of those referring to foreign scientific authorities who failed to obtain such a result. It should be noted that together with S. N. Vernov there was N. L. Grigorov on the expedition. Needless to say, there lies a huge distance from that work to the space station «Proton» as to the number of years passed and the level of our science and technology. But still it was the beginning of the way we would go, and the name of S. I. Vavilov, who actively promoted the study from the very first steps, should not be forgotten. *(I. M. Frank)*

Группа Г. М. Франка на Эльбрусе.

The group of G. M. Frank on Elbrus





Сборка камеры Вильсона на одном из ледников Эльбруса. 1934 г.

Assembling the Wilson chamber on one of the glaciers on Elbrus. 1934.

ИЗУЧЕНИЕ КОСМИЧЕСКИХ ЛУЧЕЙ

Летом 1934 года должна была состояться первая комплексная экспедиция на Эльбрус по изучению космических лучей. В состав группы вошли: Илья Михайлович (руководитель), П. А. Черенков и я. В качестве прибора для регистрации частиц космических лучей было решено использовать камеру Вильсона, с которой я работал в стенах Радиевого Института. А для освещения её Илья Михайлович предложил применить гелиостат, зеркало которого поворачивалось вокруг камеры часовым механизмом, в соответствии с движением Солнца. После довольно длительной подготовки это дело пошло...

Кроме космических лучей наша группа измеряла также интенсивность зелёной линии в свечении ночного неба, благо небо над Эльбрусом заметно чище, чем над равнинами. *(Н. А. Добротин)*

INVESTIGATION OF COSMIC RAYS

In the summer of 1934 there was organized a first complex expedition to Elbrus to study cosmic rays. The group to go consisted of Ilya Mikhailovich (leader), P. A. Cherenkov and me. It was decided that we should employ the Wilson chamber, with which I worked in the Radium Institute, as a detector of cosmic rays. Ilya Mikhailovich suggested using a heliostat with a clockwork mirror rotating round the chamber following the motion of the sun as a source of light. After a rather long preparation period it worked ... Besides cosmic rays our group measured the intensity of the green line in the glow of the night sky, since, luckily, the sky over Elbrus is substantially clearer than that over the plain. *(N. A. Dobrotin)*

Наблюдение космических лучей с камерой Вильсона. Н. Добротин, И. Франк и П. Черенков (ФИАН)	33
Работа с камерой Вильсона в 1935 г. В. Антонов-Романовский, Н. Григоров, Н. Добротин и И. Франк (ФИАН)	37
Наблюдения свечения ночного неба методом гашения. Н. Добротин, И. Франк и П. Черенков (ФИАН)	117

ТРУДЫ ЭЛЬБРУССКОЙ ЭКСПЕДИЦИИ

Участие группы Франка в работе экспедиции положило начало высокогорным исследованиям космических лучей. В трудах Эльбрусской экспедиции 1934–1935 годов опубликованы две тесно связанные работы по космическим лучам: «Наблюдение космических лучей с камерой Вильсона» (Н. Добротин, И. Франк и П. Черенков) и «Работа с камерой Вильсона в 1935 г.» (В. Антонов-Романовский, Н. Григоров и И. Франк).

Н. А. Добротин участвовал в последующих Эльбрусских экспедициях, которые были прерваны войной. Начиная с 1944 года эти работы были продолжены на Памире, где по инициативе Вавилова и по прямому указанию Сталина была построена станция космических лучей.

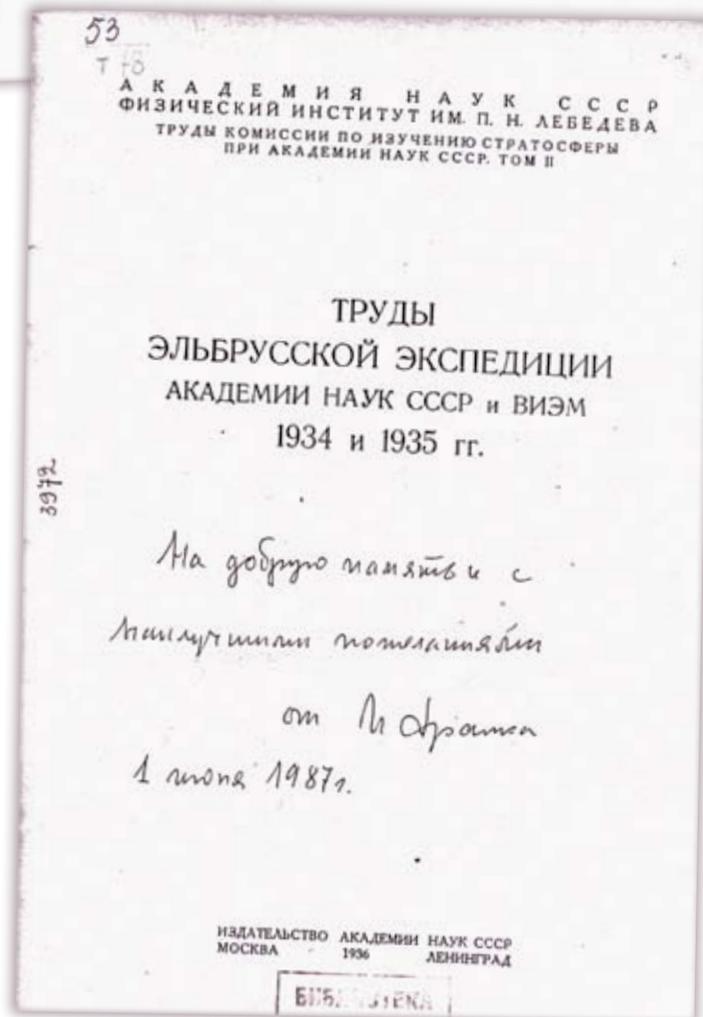
Третьей работой, опубликованной группой Франка в трудах Эльбрусской экспедиции, была статья о свечении ночного неба. Здесь явственно виден Франк-оптик, причём оптик из школы Вавилова. (А. И. Франк)

PROCEEDINGS OF ELBRUS EXPEDITION

Participation in the expedition of Frank's group marked the beginning of high-altitude investigations of cosmic rays. In the Proceedings of the Elbrus expedition for 1934–1935 two closely related works on cosmic rays: «Observation of Cosmic Rays with the Wilson Chamber» (N. Dobrotin, I. Frank, P. Cherenkov) and «Work with the Wilson Chamber in 1935» (V. Antonov-Romanovskii, N. Grigorov, I. Frank), were published.

N. A. Dobrotin continued participating in the expeditions to Elbrus till they were interrupted by the war. Beginning from 1944 the work continued in the Pamirs where, on Vavilov's initiative, a cosmic ray observation station was built by Stalin's direct order.

The third work published by Frank's group in the Elbrus Expedition Proceedings was the one on the glow of the night sky. In it Frank demonstrates himself as an optician, the one being from Vavilov's school. (A. I. Frank)



Группа участников Эльбрусской экспедиции. Слева направо: проф. Н. А. Хвостиков, д. ф.-м. н. Сарафанов (ГОИ), сотрудник ЭКНЭ, к. ф.-м. н. В. И. Векслер, профессор Г. М. Франк.

The group of the Elbrus expedition participants. From left to right: Prof. N. A. Khvostikov, Dr. Sarafanov (Phys.Math.Sci.) from SOI, EKNE staff member, Cand. Sci. V. I. Veksler (Phys.Math.Sci.), Prof. G. M. Frank.





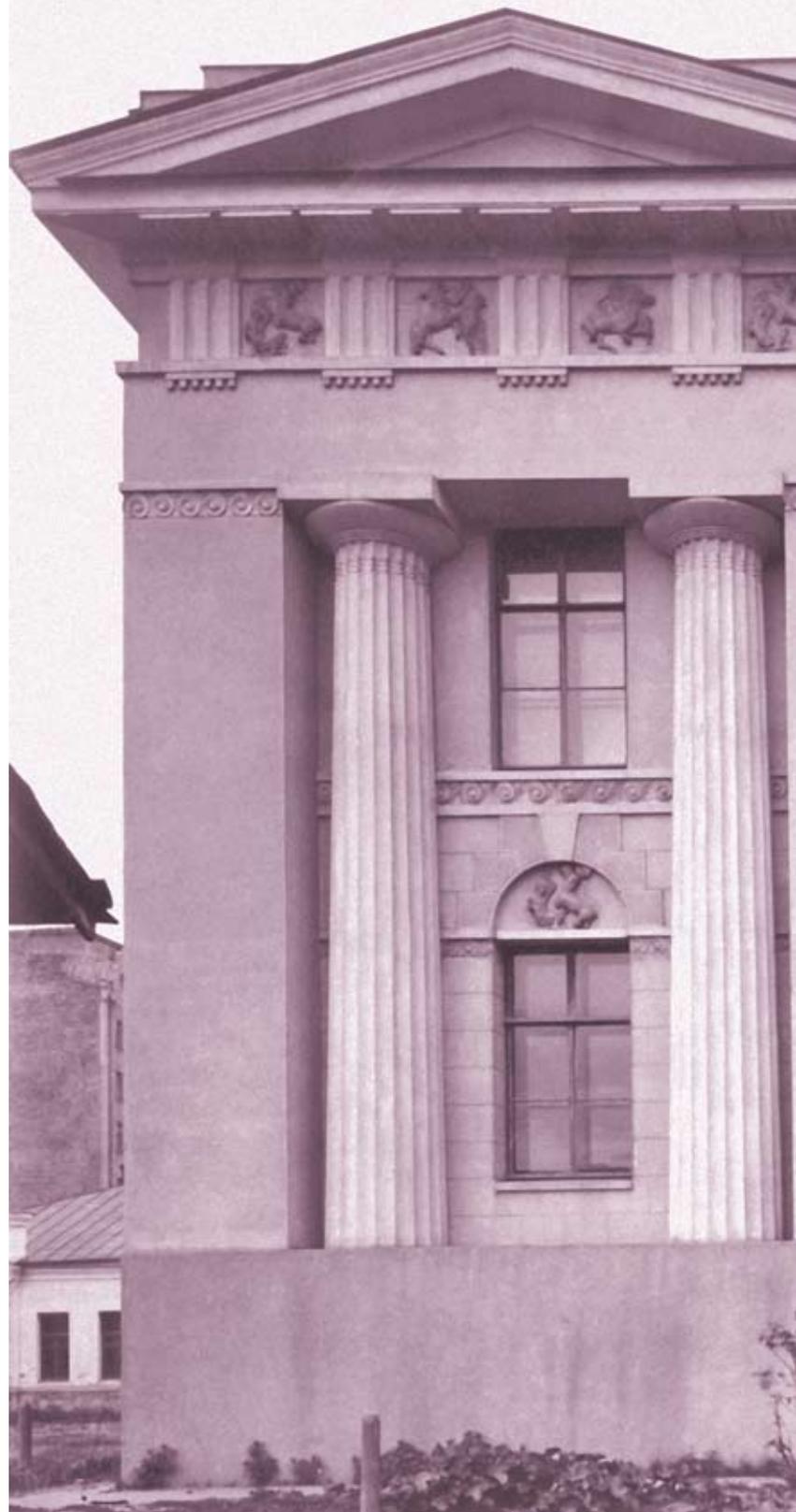
ИНСТИТУТ ШИРОКОГО ПРОФИЛЯ

Дальновидность С. И. Вавилова сказалась в том, что он с самого начала наметил превратить Физический институт в многоплановый, включающий различные направления физических исследований. Примерно через два года решением правительства Академия наук была переведена в Москву, Физический отдел Физико-математического института был превращён в Физический институт, получивший по предложению С. И. Вавилова имя П. Н. Лебедева.

В институт влились силы московских физиков, и установка С. И. Вавилова на создание Физического института широкого профиля не только оправдала себя полностью, но и оказалась единственно возможной. Дальновидность С. И. Вавилова сказалась и в том, что с самого начала его прихода в институт в Ленинграде он счёл необходимым развивать в нём исследования в области ядерной физики. (И. М. Франк)

WIDE PROFILE INSTITUTE

S. I. Vavilov's foresight demonstrated itself in the fact that from the very beginning his plan was to organize the Physical Institute as a wide profile institute covering various directions of physical research. In about two years, by the decision of the Government the Academy of Sciences moved to Moscow, the Physical Department of the Physical and Mathematical Institute was transformed into the Physical Institute and was named after P. N. Lebedev as S. I. Vavilov proposed. The



Здание на Миусской площади, в котором Физический институт Академии наук СССР размещался с 1934 по 1951 год.

The building in Miuskaya Square which the Physical Institute of the USSR Academy of Sciences occupied from 1934 to 1951.

institute accumulated the force of Moscow physicists and S. I. Vavilov's idea of a wide profile structure of the institute did not only justify itself but also appeared to be the only possible one. His foresight was also in that from the very beginning of his coming to the Institute in Leningrad he thought necessary to develop investigations in the field of nuclear physics. (I. M. Frank)



В КОММУНАЛКЕ, НЕДАЛЕКО ОТ ФИАНА

Возвращалась наша группа из экспедиции уже не в Ленинград, а в Москву, куда ФИАН переехал без нас летом в 1934 году. Первые месяцы после возвращения из экспедиции наша группа, так же как и многие другие сотрудники, переехавшие из Ленинграда, разместились в общежитии, созданном в нескольких комнатах здания Института. В одной из комнат жили мы втроём – Франк, Черенков и я, пока без семей. И лишь в начале 1935 года мы трое получили общую коммунальную квартиру недалеко от Института, где прожили вместе около 20 лет. *(Н. А. Добротин)*

SHARED APARTMENT NOT FAR FROM FIAN

Our group returned not to Leningrad but to Moscow where FIAN moved in the summer of 1934 in our absence. During the first months after arrival in Moscow our group like many our colleagues who moved from Leningrad were accommodated in the hostel into which a few rooms in the Institute building were turned. Frank, Cherenkov and I shared one of the rooms, without families for the time being. It was only in early 1925 that we were provided with shared apartment housing not far from the Institute where we lived together for about 20 years. *(N. A. Dobrotin)*

ПЕРСПЕКТИВНОЕ ЯДЕРНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ

Благоприятных предпосылок для развития в ФИАНе ядерной физики не было – не было ни подготовленных кадров, ни аппаратуры. Сам С. И. Вавилов не занимался ядерной физикой и не предполагал ею заниматься. Не было и внешних стимулов для развития работ в этой области. Ядерная физика считалась в то время одним из наиболее бесполезных – с практической точки зрения – разделов физики и не была ведущей среди теоретических проблем науки. Наличие её в тематике института никто бы не счёл обязательным.

Если в таких условиях С. И. Вавилов взялся сам за организацию работ в этой области, то это, конечно, результат очень глубокого понимания им принципиального значения сделанных открытий, а следовательно, и перспектив развития ядерной физики в будущем. Сергей Иванович привлек к этой работе нескольких молодых физиков. К числу их, совсем неопытных и не подготовленных к работам по ядерной физике, принадлежал в то время и я. Сергею Ивановичу было бы, конечно, проще предложить мне тему по оптике или люминесценции, к выполнению которой я в известной мере был подготовлен. Между тем он рекомендовал мне перейти в Академию наук, с тем чтобы заняться работой именно в области ядерной физики. *(И. М. Франк)*

PROMISING NUCLEAR DIRECTION

The FIAN did not have favorable conditions for development of nuclear physics – neither trained specialists nor equipment. S. I. Vavilov himself was not and did not mean to be engaged nuclear physics. There existed no external stimuli to develop the field either. Nuclear physics was then considered one of the least useful directions of physics from the practical point of view and was not a leading one among theoretical problems of science. Nobody would think it obligatory to have it among the research directions of the Institute.

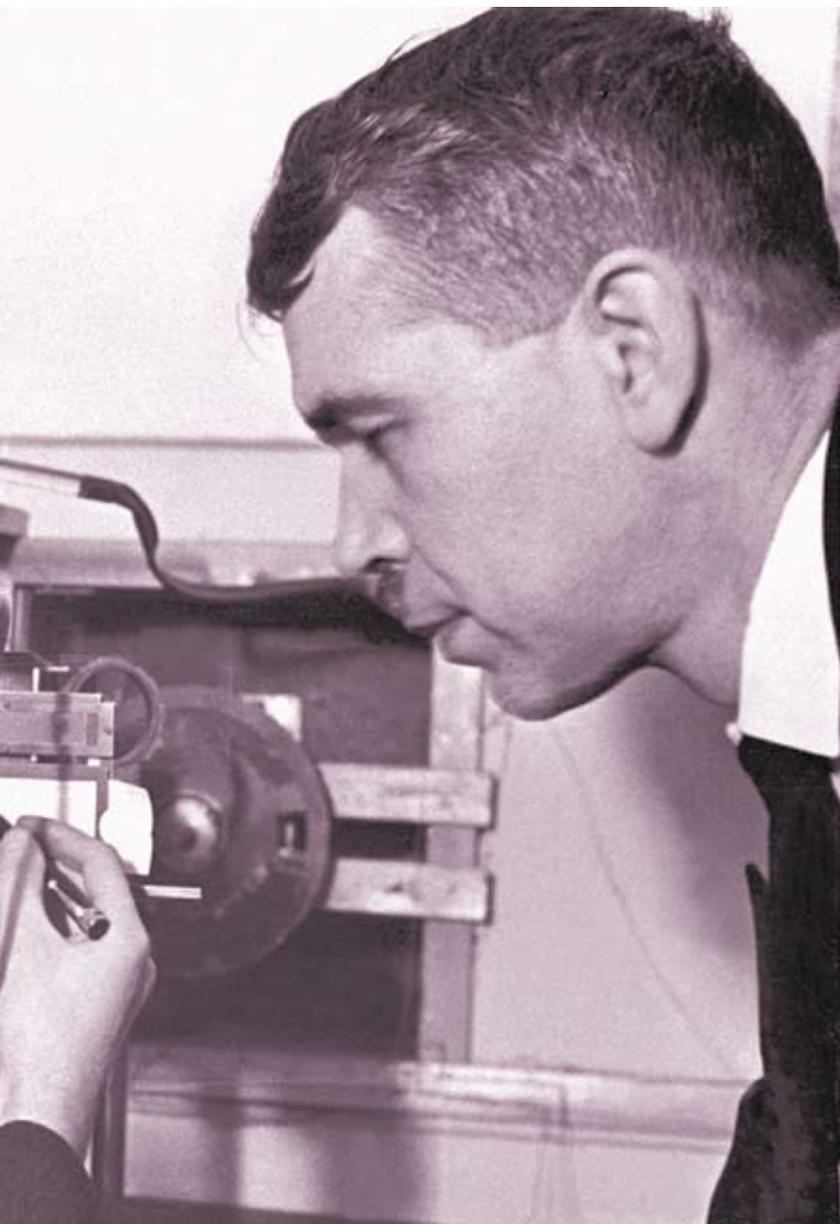
The fact that in such conditions S. I. Vavilov himself started to organize activities in the field could only mean that it was due to his deep understanding of the importance of the discoveries made and consequently, of the prospects of the development of nuclear physics in the future. Sergei Ivanovich drew several young physicists in the work. To them, quite inexperienced and without training in nuclear physics, I also belonged. Needless to say, that it would have been easier for S. I. Vavilov to suggest me studying a problem in optics or luminescence which I was, to some extent, trained to do. Nevertheless, he recommended me to go to the Academy of Sciences so that I could start work in the field of nuclear physics. *(I. M. Frank)*



ВЫЯСНЕНИЕ СВОЙСТВ НЕЙТРОНА

Большое значение С. И. Вавилов придавал открытию нейтрона. Он подчёркивал, что это открытие разрушило представление о том, что электрический заряд есть неотъемлемое свойство частиц вещества, бывшее до этого общепринятым. Сергей Иванович считал очень важным выяснение основных свойств этой частицы, и в частности волновых свойств. Дифракция нейтронов, ставшая теперь рабочим методом исследования структуры вещества, в то время ещё лежала за пределами возможности эксперимента, она возникла позже.

Для широты научных интересов С. И. Вавилова характерен и такой факт: будучи в Италии в июне 1935 года, он посетил в Риме лабораторию Ферми и в письме оттуда подробно рассказал о первых опытах по непосредственному измерению скорости тепловых нейтронов. *(И. М. Франк)*



*С. И. Вавилов за работой лаборатории ГОИ.
Слева – З. М. Сverdlov.*

*S. I. Vavilov at work in the laborator, SOI.
On the left – Z. M. Sverdlov.*

ОПЫТ И ЭКСПЕРИМЕНТ

Сергей Иванович ценил эксперимент, противопоставляя его простому опыту. Он называл экспериментом работу, в которой опыт ставился с целью решить тот или иной конкретный, хотя бы и незначительный вопрос. Результаты эксперимента могут быть различны, в худшем случае он кончается неудачей, в лучшем – он приводит к чему-то, далеко выходящему за рамки поставленной задачи или даже не связанному с ней. Последний случай иногда бывает самым интересным: непредвиденное может оказаться открытием нового явления. Но даже неудача бесполезна. Она даёт понимание того, что вопрос был поставлен неправильно или что следует выбрать иные средства для его решения. В отличие от эксперимента опыт – это простая регистрация событий, ничем не направленный поиск. Быть может, и опыт способен натолкнуть на нечто интересное, но оно вряд ли будет замечено. Чтобы распознать новое, необходим эксперимент.

Поборник планирования науки, Сергей Иванович считал, что следует планировать постановку задачи и метод её решения. При этом он понимал, что результат может быть неожиданным. *(И. М. Франк)*

IDENTIFICATION OF NEUTRON PROPERTIES

S. I. Vavilov attributed much importance to the discovery of the neutron. He emphasized that the discovery destroyed the concept of the electrical charge as an intrinsic property of matter particles which used to be generally accepted. Sergei Ivanovich considered understanding of the properties of the particle, of its wave properties in particular, to be extremely important. Neutron diffraction, that is has become a tool for investigation of the structure of matter today, was beyond the limits of the experiment at the time. It emerged later.

The following fact is typical of him and illustrates the wideness of S. I. Vavilov's scientific interests: being in Italy in June 1935, he visited Fermi's laboratory in Rome and in his letter from there he described in detail the first experiments on direct measurement of the velocity of thermal neutrons. *(I. M. Frank)*

TEST VS EXPERIMENT

Sergei Ivanovich valued the experiment in contrast to a simple test. He called the experiment the work that consisted in staging a test with the aim to find an answer to one or another particular question even minor one. The results of the experiment may vary. At worst the experiment fails. At best it results in something far beyond the scope of the investigated problem or may be not related to it at all. The latter may sometimes be most interesting: the unlooked-for may appear to be a newly discovered phenomenon. But even failure is not useless as it gives understanding of that the problem was not correctly formulated or that other means should be used to solve it. Different from the experiment the test is just registration of events, aimless search. The test may also prompt something interesting but this hardly be noted. To identify new, one needs an experiment.

Being an advocate of planning in science Sergei Ivanovich believed that one should plan the formulation of the problem and the method for solving it. At the same time he was aware of the fact that the result might be unexpected. *(I. M. Frank)*



Леонид Васильевич Грошев.

Leonid Vasilievich Groshev.



Дмитрий Владимирович Скобельцын.

Дмитрий Владимирович Скобельцын.

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЗМА РОЖДЕНИЯ ПАР γ -ЛУЧАМИ

По инициативе С. И. Вавилова Л. В. Грошев и я примерно с 1935 года занялись исследованием механизма рождения пар γ -лучами. Перед нами ставилась задача изучать элементарный акт этого процесса и с этой целью наблюдать рождение пар в камере Вильсона, наполненной тяжёлым газом, например криптоном или ксеноном. С. И. Вавилова занимала здесь, в частности, роль волновых характеристик световых волн, и в качестве одной из задач он хотел выяснить, как влияет на рождение пар поляризация световых волн.

В письме С. И. Вавилова, написанном мне в сентябре 1935 года, когда я по болезни на довольно длительный срок выбыл из института, он сообщает: «Составили план на 1936 год. Основной темой для Вас и Грошева оставили влияние положения электрического вектора γ -волны на распределение пар в пространстве. Думаю, что до поляризованного света удастся добраться не скоро. Однако очень интересны и опыты с естественными γ -лучами».

И далее добавляет: «С оборудованием довольно благополучно, я привёз из Парижа литр ксенона, будет, по-видимому, тяжёлая вода, заказан полоний, есть надежда достать радиоторий». Отсюда видно, как непосредственно помогал С. И. Вавилов работам по ядерной физике. С. И. Вавилову в самом деле удалось выписать и получить небольшой импортный препарат радиотория, с которым мы и начали работу.

Наше с Л. В. Грошевым исследование образования пар заняло несколько лет, но до выяснения вопроса о влиянии поляризации света, специально интересовавшего Сергея Ивановича, мы так и не добрались. (И. М. Франк)

INVESTIGATION OF MECHANISM OF γ -RAY INDUCED BIRTH OF PAIRS

On the initiative of S. I. Vavilov, beginning from about 1935, L. V. Groshev and I began to study the mechanism of birth of pairs induced by γ -rays. We were instructed to investigate an elementary act of the process and to this end, to observe the birth of pairs in the Wilson chamber filled with a heavy gas such as krypton or xenon for example. S. I. Vavilov was interested, in particular, in the role played by the wave characteristics of light waves and one of the tasks was to understand how polarization of light waves affected the birth of pairs.

In his letter to me of September 1935 when I was on sick-leave for quite a long time he wrote: «We have compiled the plan for 1935. The main theme for you and Groshev is the effect of the position of the electric vector of the γ -wave on the spatial distribution of pairs. I think that polarized light is not soon to be reached. However, of much interest are also experiments with natural γ -rays.»

Further he adds: «The situation with equipment is quite good, I brought a liter of xenon from Paris, heavy water seems to be available, polonium is ordered, and there is hope to have radiothorium.» This shows how S. I. Vavilov directly assisted work in nuclear physics. In fact, S. I. Vavilov managed to order and receive a modest import preparation of radiothorium with which we started work. Our mutual with Groshev investigation of the formation of pairs took a few years but to the problem of the effect of light polarization, being of special interest for S. I. Vavilov, we never got. (I. M. Frank)



ПОМОЩЬ МОЛОДЫМ УЧЁНЫМ

Помощь со стороны С. И. Вавилова всегда была очень конкретна. Это были советы опытного физика-экспериментатора, человека необычайной широты знаний. При этом он зачастую рекомендовал: «А вы поговорите с тем-то... А вы поинтересуйтесь работой такого-то...» Память Сергея Ивановича была исключительная, и он всегда помнил, кто чем и когда занимался, и великолепно знал научную литературу.

Разумеется, начав работу по изучению пар, мы учились у Д. В. Скобельцына задолго до его перехода в ФИАН и методу камеры Вильсона, и методам работы с γ -лучами, и по его совету воспроизвели для нашей работы конструкцию камеры Вильсона, аналогичную разработанной Жолио-Кюри. Как уже отмечалось, С. И. Вавилов активно заботился о том, чтобы возможность такой регулярной помощи была нам обеспечена. Трудно понять, почему было столько желающих считать положение катастрофическим и почему вообще так часто думают, что молодых учёных следует вести за ручку, как маленьких детей. Вероятно, всем поколениям физиков, начинающим самостоятельную работу, в той или иной мере суждено слышать одну и ту же фразу: «Ничего не выйдет!» Большая удача встретить на своём жизненном пути человека, который не говорит «ничего не выйдет», но вместо этого способен дать совет, который поможет направить работу так, чтобы она вышла. С. И. Вавилов всегда мог дать такой совет, а это – способность гораздо более ценная, чем просто благожелательное отношение. *(И. М. Франк)*

ASSISTANCE TO YOUNG SCIENTISTS

The assistance rendered by S. I. Vavilov was always concrete. It was advice of an experienced experimental physicist with an exceptionally wide knowledge. At the same time, often his recommendation was: «Talk to so-and-so...» or «Enquire about the work of so-and-so...»

Sergei Vasilievich had extraordinary memory, he remembered who did what and when and he was well acquainted with the scientific literature.

Studying pairs we certainly learned the Wilson chamber-based method and other methods of work with γ -rays from D. V. Skobeltsyn long before he joined FIAN. Following his recommendation we made the structure of the Wilson chamber analogous to that developed by Joliot-Curie. As already noted, S. I. Vavilov took care of that such assistance was regularly rendered to us. Hard to understand why there were so many who thought that the situation was catastrophic and why it is often assumed that young scientists should be held by the hand like children. Very likely that every generation of young physicists who begin independent work will hear the phrase: «Nothing will come out of that!» Lots of luck is to meet on your way a person who never says that nothing will come out of that, but instead will give advice how to do your work to get the result. S. I. Vavilov could always give such advice. This ability is much more precious than simply kind attitude. *(I. M. Frank)*

ЗНАКОМСТВО И СОТРУДНИЧЕСТВО С ЧЕРЕНКОВЫМ

Непрерывное обсуждение новых работ и соображений, связанных с ними, в беседах с коллегами и учениками было характерно для С. И. Вавилова. Вполне естественно, что я знал о работе П. А. Черенкова с самого её начала и во всех подробностях. Вскоре С. И. Вавилов познакомил меня с Черенковым, а после моего перехода в ФИАН началось и наше тесное научное общение. После переезда в 1934 году Академии наук в Москву С. И. Вавилов не раз говорил об этих работах с И. Е. Таммом, постоянно с которым общался и я. Без этих многократных совместных обсуждений не родилась бы работа, которой посвящена эта статья.

С. И. Вавилов увлёк меня своим интересом к работе П. А. Черенкова. Напомню, что измерения проводились Черенковым визуальным методом. При этом не только слабость свечения, но и метод фотометрии по порогу зрительного ощущения («метод гашения») требовал длительной адаптации глаз к темноте. Выполнять эти измерения без помощника было трудно, и случалось, хотя и не очень часто, что таким помощником был я. В результате у меня были самые непосредственные представления о работе. Вполне естественно поэтому, что в обсуждениях полученных результатов и планируемой постановки опытов не только С. И. Вавилов, но и я обычно принимал участие. *(И. М. Франк)*

УРОК ОТ ВАВИЛОВА

Как-то С. И. Вавилов поручил мне разобраться в одной теоретической работе, косвенно связанной с тем, чем я занимался. С этим я справился и пересказал работу на небольшом лабораторном семинаре, но похвал по этому поводу не услышал. Сергей Иванович сказал мне, что математику я пересказал вполне грамотно, но физики он от меня не услышал.

Умение в первую очередь разбираться в физической сути характерно для школы Мандельштама и близких ему по духу учёных, таких как С. И. Вавилов. Конечно, у меня, только ещё приступившего к изучению физики, этого трудного умения не было – учился ему всю жизнь. Физика имеет дело с реальными явлениями природы, а они сложнее и многограннее любой математической модели. *(И. М. Франк)*

ACQUITANCE AND COOPERATION WITH CHERENKOV

Continuous discussion of new works and related ideas with colleagues and students is typical of S. I. Vavilov. It is natural then that I knew in detail about the work carried out by P. A. Cherenkov from the very beginning. Soon S. I. Vavilov introduced me to Cherenkov and on my coming to FIAN our close scientific communication began. In 1934 the Academy of Sciences moved to Moscow and S. I. Vavilov not once discussed the work with I. E. Tamm who I also closely communicated with. Without those multiple discussions the work to which this article is devoted would not be born.

S. I. Vavilov fascinated me with his interest in P. A. Cherenkov's work. Let me remind you that Cherenkov's measurements were conducted using a visual method. At that, not only low intensity of the glow but also the method of photometry based on the visual sensation threshold («blinking method») required long adaptation of the eye to the dark. To carry out such measurements without an assistant was difficult, and I happened to be such an assistant, though not frequently. As a result, I had a clear idea of the work. Therefore, it was just natural that in the discussion with S. I. Vavilov of the obtained results and of the plans for staging experiments I also took part. *(I. M. Frank)*

LESSON FROM VAVILOV

One day, S. I. Vavilov instructed me to do some theoretical work indirectly related to the problem I dealt with. I successfully managed the task and made a report on the work at a laboratory seminar, but heard no praise. S. I. Vavilov said that I spoke quite knowingly about the mathematics of the problem but he did not hear any physics from me. The ability to see the physical meaning in the first place is characteristic of the scientific school of Mandelstam and of scientists close to him in spirit, such as S. I. Vavilov. Of course, I, who was just beginning to study physics, did not possess such difficult to have ability. I have been learning to acquire the skill all my life. Physics deals with natural phenomena that are more complicated and more many-sided than any mathematical model. *(I. M. Frank)*

НЕСЛУЧАЙНОЕ СЛУЧАЙНО

Поручая работу П. А. Черенкову, Сергей Иванович ставил задачу выяснить, в какой мере свойства люминесценции раствора соли урана под действием гамма-лучей совпадают с изученной ранее люминесценцией под действием обычного света и рентгеновых лучей. Эту задачу П. А. Черенков успешно решил, и она явилась темой его кандидатской диссертации.

В ходе исследования Черенков обнаружил, что не только растворённая соль, но и растворитель, т. е. вода, также светится. С точки зрения поставленной задачи это был паразитный фон. Открытие его было случайным. Выяснилось, что это свечение жидкостей физики видели и до этого, и притом, видимо, неоднократно. Ближе всего подошёл к открытию французский учёный Малле, так как он описал ряд свойств свечения. Но он не сделал главного – не поставил решающих экспериментов по выяснению природы явления. Это сделали Вавилов и Черенков, показавшие, что здесь – новое явление. Новое обнаружилось случайно, но не случайно именно Вавилов сумел понять, что это новое явление.

Сергей Иванович всегда смеялся по поводу возможности планирования открытий. Открытие – это всегда непредвиденное, и его планировать невозможно. Но если открытие возникает случайно в ходе эксперимента, то не случайны те, кто могут его сделать. *(И. М. Франк)*



П. А. Черенков – аспирант Физико-математического института Академии наук СССР в Ленинграде.

P. A. Cherenkov as a post-graduate student of the Physical and Mathematical Institute of the USSR Academy of Sciences in Leningrad.

NONACCIDENTAL IS ACCIDENTAL

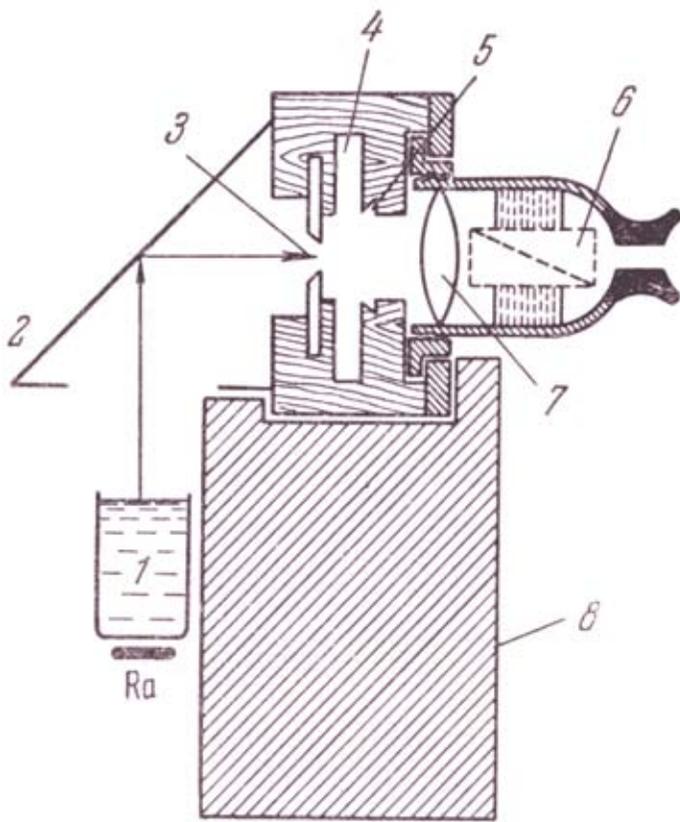
Setting the task Sergei Ivanovich instructed P. A. Cherenkov to find out to what extent the properties of gamma-ray-induced luminescence of uranium salt coincided with those of the earlier studied luminescence under the action of light or X-rays. P. A. Cherenkov successfully solved the problem. This was laid in the basis of his dissertation for the academic degree of Candidate of Science.

In the course of study Cherenkov discovered that it was not only the dissolved salt but also the solvent, i. e., the water that glowed. From the point of view of the task that was set it was the parasitic background. The discovery was made by accident. It appeared that such glow of liquids was observed, what is more, repeatedly by physicists earlier. Most close to the discovery was the

French scientist Malle who described some properties of the glow. But he did not do the main thing – he did not stage crucial experiments to reveal the nature of the phenomenon. It was Vavilov and Cherenkov who demonstrated there was a new phenomenon. The new was discovered by accident but it was not by accident that it was Vavilov who was able to understand that there was a new phenomenon.

Sergei Ivanovich used to laugh at the possibility of planning a discovery. The discovery is always unexpected, and it is impossible to plan to make the one. However, if a discovery comes by chance in the course of the experiment, those who are able to identify it are nonaccidental. *(I. M. Frank)*

НАСТОЛЬНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ЭКСПЕРИМЕНТА



Установка П. А. Черенкова для измерения яркости свечения жидкостей методом гашения.

Experimental lay-out for measuring the intensity of γ -ray-induced glow.

«СВЕЧЕНИЕ КАКОЙ-ТО ГРЯЗИ»

При изучении люминесценции растворов солей урана, возбуждаемой γ -лучами, П. А. Черенков обнаружил слабое видимое свечение самих растворителей, природа которого во многом представлялась неясной. Это послужило началом исследований свечения чистых жидкостей под действием γ -лучей радия (в твёрдых веществах нельзя было исключить роль обычной люминесценции). Свечение оказалось универсальным – светились все без исключения исследованные жидкости, и притом практически одинаково ярко (в пределах 30%). Измерения со светофильтрами показали, что спектр излучения различных жидкостей в пределах ошибок одинаков. Он охватывает широкую область частот, и если бы можно было увидеть его цвет (при малых интенсивностях цветное зрение отсутствует), то свечение представлялось бы синим. И хотя увидеть цвет тогда ещё было невозможно, С. И. Вавилов уверенно озаглавил свою работу, опубликованную вместе с первой статьёй Черенкова, так: «О возможной причине синего γ -свечения жидкостей».

Особенно удивительным казалось то, что свечение имело заметную поляризацию, причём преимущественное направление электрического вектора совпадало с направлением γ -лучей. Такой знак поляризации, а также невозможность повлиять на яркость свечения ни изменением темпера-

С современной точки зрения эксперименты П. А. Черенкова представляются не совсем обычными. Они проводились с очень простой, в сущности, настольной установкой. Исследуемая жидкость наливалась в платиновый сосуд, под которым или рядом с которым помещался препарат радия. Над сосудом, под углом 45° , помещалось зеркальце, позволявшее экспериментатору, сидящему рядом (за примитивной свинцовой защитой), видеть свечение жидкости. Для этого использовался окуляр, в котором имелся поляризатор света и фотометрический клин. Он позволял ослаблять свечение до тех пор, пока оно становилось невидимым для глаза. Таким образом, определялась его интенсивность. (И. М. Франк)

туры, ни добавлением тушителя люминесценции были надёжно установлены уже в первой работе П. А. Черенкова. Это привело С. И. Вавилова к важнейшему выводу: свечение не может быть люминесценцией возбуждённых молекул жидкости – излучает комптоновский электрон в результате своего взаимодействия со средой. Единственный механизм излучения, который, как казалось, был возможен, – это тормозное излучение. Поэтому такое предположение и было сделано С. И. Вавиловым. Допущение сразу объясняло универсальность свечения и поляризацию, поскольку при комптон-эффекте электрон вылетает преимущественно под острым углом к направлению пучка фотонов. Не вызывало сомнений и сходство спектров излучения разных жидкостей – спектр, очевидно, определялся механизмом торможения.

Всё же гипотеза С. И. Вавилова о тормозном излучении содержала много неясного и по ряду причин вызвала сомнения; однако его точка зрения о том, что излучает электрон, а не люминесцирует жидкость, мне представлялась несомненной. Это далеко не было общепризнанным, и, видимо, поэтому ни у кого, кроме узкого круга лиц, связанных с С. И. Вавиловым, опыты П. А. Черенкова не вызывали интереса. Вспоминаю в связи с этим высказывание одного видного физика: «В ФИАНе занимаются свечением какой-то грязи». (И. М. Франк)

ON-DESK EXPERIMENTAL LAY-OUT

From today's viewpoint, Cherenkov's experiments look not quite usual. They were carried out using a very simple lay-out mounted just on top of the desk. The investigated liquid was poured into a platinum vessel under or near which a radium preparation was placed. Over the vessel at an angle of 45° there was installed a mirror that allowed the experimenter who sat nearby (behind primitive lead shielding) to observe the glow of the liquid. An ocular with a light polarizer and a photometric wedge was used for the purpose. This allowed one to reduce the glow until it became invisible for the eye. This was how the intensity of the glow was measured. (*I. M. Frank*)



П. А. Черенков.

P. A. Cherenkov.

«GLOW OF SOME DIRT»

In the course of the study of r-ray-induced luminescence in uranium salt solutions P. A. Cherenkov discovered weak visible glow in the solvent itself, the nature of which seemed not clear in many ways. This triggered investigations into luminescence in pure liquids under the action of radium r-rays (one could not exclude the role of conventional luminescence in solids). The observed luminescence appeared to be universal – all the investigated liquids without exception glowed with practically similar brightness (within 30%). Measurements with light filters showed that the radiation spectrum of different liquids was the same within error. The spectrum covered a wide range of frequencies. If one could have seen its color (color vision is absent at low intensities), the glow would have looked blue. Although it was impossible to see the color then, S. I. Vavilov confidently titled his work published together with the first article by Cherenkov as follows: «On the Possible Cause of Blue r-Radiation in Liquids.» Most amazing was the fact that the radiation was noticeably polarized with the dominating direction of the electric vector coincident with that of r-rays. Such polarization and the fact that it was impossible to affect the brightness of the radiation neither by varying the temperature nor by adding luminescence quencher were reliably established

in the very first work by P. A. Cherenkov. This made S. I. Vavilov come to the most important conclusion that the radiation could not be the luminescence due to excited molecules in the liquid – it is the Compton electron that radiates as it interacts with the medium. The only possible mechanism underlying the radiation could be bremsstrahlung. This was the assumption by S. I. Vavilov, which immediately explained both the universal character of the radiation and the existence of polarization since in the Compton Effect the electron is mainly emitted at sharp angles to the direction of the photon beam. The similarity of the spectra was undoubted as well because it was obvious that this was due to the bremsstrahlung mechanism. Nevertheless, the bremsstrahlung hypothesis advanced by S. I. Vavilov contained much unclear raising doubts for a number of reasons. His opinion that it is the electron that radiates and not the liquid that luminesces seemed beyond doubt to me. The idea was far from being generally accepted and seemingly because of that nobody except a narrow circle of scientists close to S. I. Vavilov just took interest in P. A. Cherenkov's experiments. In this connection I remember the words of one prominent physicist: «Those in FIAN are occupied with studying the glow of some dirt.» (*I. M. Frank*)



С. И. Вавилов, Д. В. Скобельцын, А. Ф. Иоффе с Фредериком и Ирен Жолио-Кюри на сессии АН СССР, посвящённой проблеме «Физика атомного ядра». Март 1936 г.

S. I. Vavilov, D. V. Skobeltsyn, A. F. Ioffe with F. Joliot and I. Joliot-Curie at the Session of the USSR Academy of Sciences devoted to the problem «The Physics of the Atomic Nucleus». March 1936.

ДЕМОНСТРАЦИЯ ДЛЯ ЖОЛИО-КЮРИ

Когда осенью 1936 года приехал в Москву Жолио-Кюри, ему был продемонстрирован опыт Черенкова, теперь вошедший в популярные книги. Вертикально поставленный стеклянный цилиндрический сосудик с жидкостью с боков был окружён коническим зеркалом. Если смотреть на зеркало сверху, то можно было видеть угловое распределение излучения, выходявшего в горизонтальной плоскости через стеклянные стенки цилиндра. Когда препарат радия помещался сбоку от цилиндра, то отчётливо были видны два максимума излучения под острым углом к направлению γ -лучей. Сделанные П. А. Черенковым фотографии таких колечек с неравномерным почернением в различных азимутах теперь общеизвестны, а сам опыт нагляден и безусловно убедителен, если, ко-

нечно, не заподозрить элементарной ошибки, граничащей с жульничеством. Именно такая мысль, видимо, возникла у Жолио-Кюри, который немедленно стал поворачивать сосудик и зеркало вокруг оси, чтобы убедиться, что прозрачность стекла сосуда или качество серебрения зеркала здесь не играют роли. В обсуждении же опыта им был сделан намёк на аналогию с N-лучами Блондло. Этому не следует удивляться. Демонстрацию опыта приходилось проводить в полной темноте, причём даже при некоторой адаптации глаза свечение было на пределе видимости. Вся обстановка в самом деле была необычна для физического эксперимента и напоминала нечто вроде спиритического сеанса или фокуса с применением «ловкости рук». (И. М. Франк)



Ирен и Фредерик Жолио-Кюри (справа) в лаборатории И. М. Франка (слева) в ФИАНе. Второй слева – Л. В. Грошев.

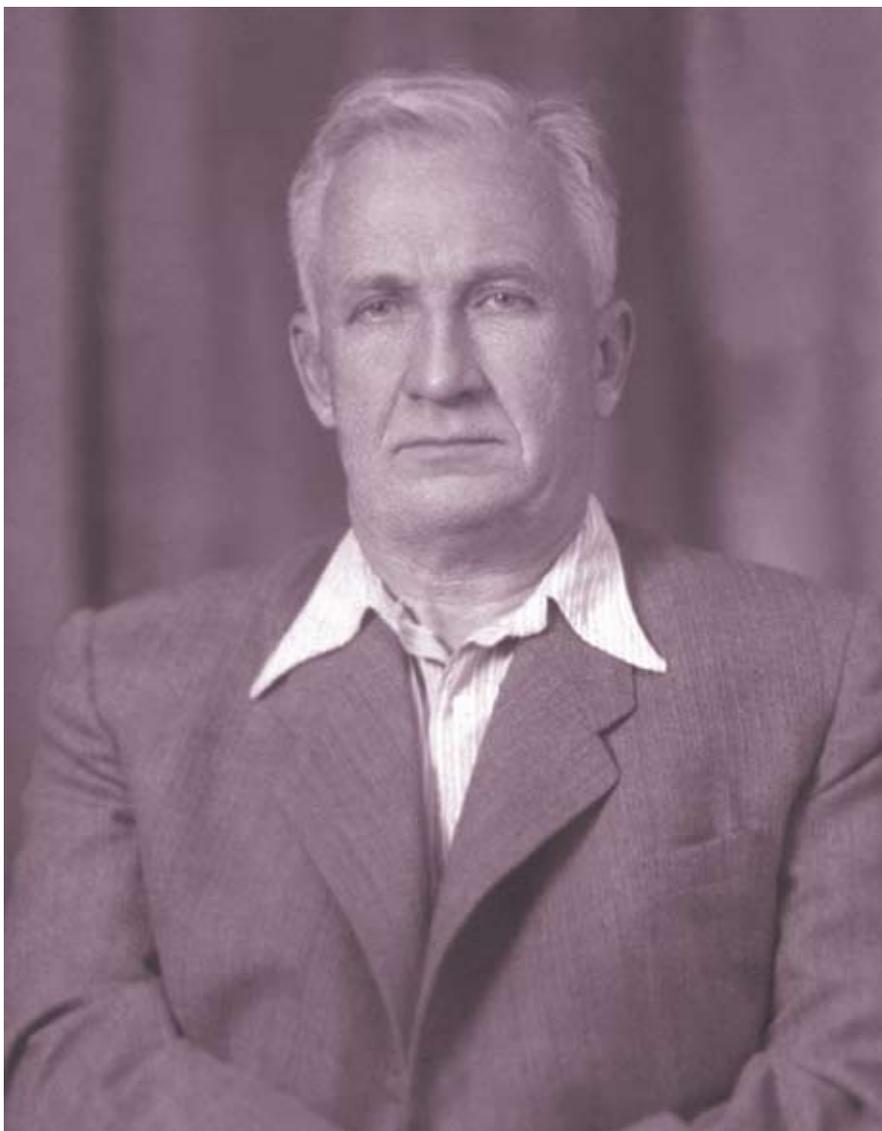
Irene Joliot-Curie and Frederick Joliot-Curie (on the right) in the Laboratory of I. M. Frank (on the left) in FIAN. The second on the left – L. V. Groshev.

DEMONSTRATION FOR JOLIOT-CURIE

In the autumn of 1936 when Joliot-Curie came to Moscow, the Cherenkov experiment, included in science popularization books at the present time, was demonstrated to him. A small glass vessel filled with some liquid is installed in a vertical position and is surrounded on the sides by a conical mirror. If you look at the mirror from above you can see the angular distribution of radiation emitted in the horizontal plane through the glass walls. If a radium preparation is placed on the side of the cylinder, two maximums of radiation at a sharp angle to the direction of r-rays are seen. The photos of such rings with uneven blackening in different azimuths taken by P. A. Cherenkov are generally known today and the experiment itself is illustrative and impeccably convincing if, of course, do not suspect an elementary error bordering on the scam.

That, it seems, was the thought that came to Joliot-Curie because he started to slowly rotate the vessel and the mirror about the axis to make sure that the transparency of the glass of the vessel and the quality of mirror silvering do not play any role in the effect. In the discussion of the experiment he gave out a hint at analogy with N-rays of Blondlot. One should not be surprised at that. The demonstration of the experiment had to be conducted in complete darkness and the radiation was at the limit of visibility even at some adaptation of the eye. The whole situation was quite strange for the physical experiment and resembled a kind of a spiritual session or a «sleight of hand» trick.

(I. M. Frank)



Игорь Евгеньевич Тамм.

Igor Evgenievich Tamm.

В НАУЧНОМ ПОИСКЕ

Качественная картина объясняла всё, что было известно об эффекте Вавилова-Черенкова, кроме интенсивности излучения. Именно это и делало её крайне уязвимой. Мне приходилось делиться этими соображениями с несколькими теоретиками, начавшими проявлять интерес к опытам П. А. Черенкова (особенно после того, как была выяснена направленность излучения), но какого-либо понимания я не встретил. Главная причина этого была, вероятно, в недостаточной осведомлённости о свойствах явления.

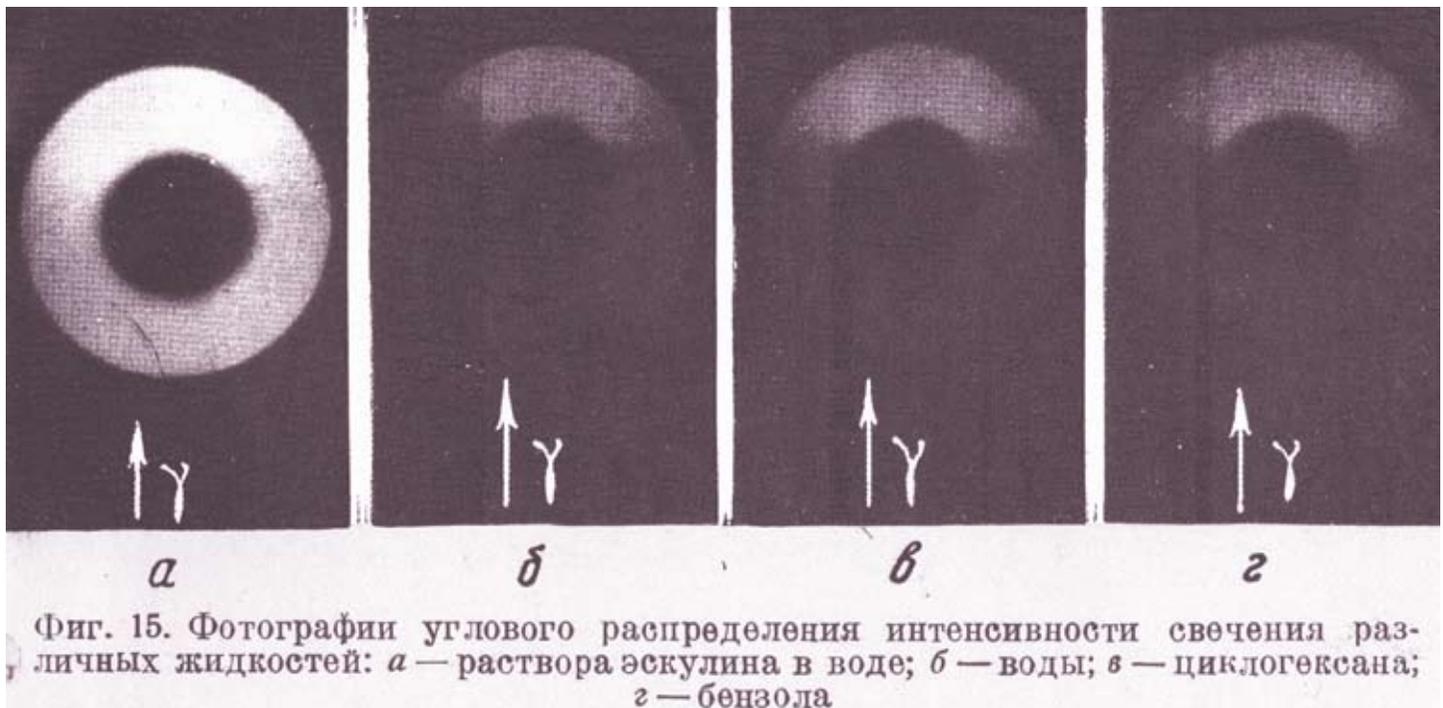
И. Е. Тамм и я знали здесь больше. При этом И. Е. Тамм даже предлагал мне опубликовать статью, не дожидаясь более детального рассмотрения. Это было бы, однако, преждевременным. Не только вопрос об интенсивности не был рассмотрен, но сама возможность возникновения излучения сразу же стала предметом сомнений. И. Е. Тамм рассказал о качественной картине, позволяющей интерпретировать излучение, Л. И. Мандельштаму. Замечание Мандельштама состояло в следующем: известно, что при равномерном и прямолинейном движении электрон не излучает. Результат не изменится от того, что в волновом уравнении заменить скорость света с на c/n , так как одно уравнение сразу же приводится к другому, если соответственно изменить скорость частицы. Я не присутствовал при этой беседе, но, по-видимому, она была мимолётной, во всяком случае не было обращено внимания на то, что это не относится к скорости, превышающей фазовую скорость света, т. е. к случаю, вообще не осуществимому в вакууме.

Между тем экспериментальные исследования П. А. Черенкова, которые подтолкнули предположение о направленности излучения, быстро продвигались. Направленность стала уже экспериментальным фактом. Теперь даже трудно себе представить, насколько удивительной она тогда казалась. (И. М. Франк)

ДРУГ МОЕГО ОТЦА

Познакомил меня с Игорем Евгеньевичем Таммом мой отец, приехавший из Симферополя, где он был профессором математики, и было это сразу же после моего поступления в Московский университет в 1926 году. За несколько лет до этого Игорь Евгеньевич и мой отец работали вместе в Крымском университете, и они навсегда сохранили возникшие тогда дружеские отношения. Многие выдающиеся ученые-математики, физики и биологи относились к моему отцу с уважением и симпатией. Несомненно, он был не только талантливым математиком, но и замечательным человеком. Я благодарен Игорю Евгеньевичу и за то, что в военные годы, когда мой отец доживал свои последние дни в Казани после эвакуации из Ленинграда, а трудности жизни были очень велики, он всё же нашёл возможность в чём-то существенном помочь и ему и мне.

Таким образом, Игорь Евгеньевич вошёл в мою жизнь как друг моего отца, а я как сын его друга. Позже я узнал Игоря Евгеньевича как профессора университета, лекции которого я слушал. (И. М. Франк)



Результаты опытов П. А. Черенкова, обнаружившие пространственную асимметрию излучения.

The results of experiments by P. A. Cherenkov revealing spatial asymmetry of the radiation.

FRIEND OF MY FATHER'S

I was introduced to Igor Evgenievich Tamm by my father who came from Simferopol where he was a professor of mathematics. This happened immediately after I entered Moscow University in 1926. A few years before, Igor Evgenievich and my father worked together in the Crimean University and maintained friendly relationship since then. Many outstanding scientists – mathematicians, physicists, biologists – treated my father with respect and sympathy. He was undoubtedly not only a talented mathematician but also a wonderful person. I am grateful to Igor Evgenievich for that in the days of war when my father lived his last days in the city of Kazan in evacuation from Leningrad and when the life was very hard he found the possibility to help him and me in something significant. So, Igor Evgenievich came in my life as my father's friend and I came in his as his friend's son. Later, I got to know Igor Evgenievich as a university professor whose lectures I attended. *(I. M. Frank)*

IN SCIENTIFIC SEARCH

The qualitative picture explained everything that was known about the Vavilov-Cherenkov radiation except for the intensity of radiation. It was this that made it extremely vulnerable. I happened to speak about that with several theoreticians who started to show interest in the experiments by P. A. Cherenkov

(especially after the directed character of the radiation was established) but did not meet any understanding. Probably, the main reason lay in their not being well-informed about the properties of the phenomenon. Both I. E. Tamm and I knew better. Even so, I. E. Tamm did suggest me publishing an article without waiting for more detailed consideration. It would have, however, been premature. It was not only that the issue of intensity was not considered but the possibility itself of the appearance of radiation immediately became the subject of doubt. I. E. Tamm told L. I. Mandelstam about the qualitative picture that allowed interpretation of the radiation. Mandelstam's remark was: it is known that the electron does not emit radiation if moves uniformly and rectilinearly. The result will not change if in the wave equation the velocity of light c is replaced by c/n because one equation will immediately be reduced to the other provided the velocity of the particle is correspondingly changed. I was not present at the conversation. Most probably it was a passing one. Anyway, attention was not paid to the fact that this did not apply to the velocity exceeding the phase velocity of light, i. e. to the case that can never be realized in vacuum. In the meantime, experimental investigations by P. A. Cherenkov that prompted the assumption of the directed character of the radiation advanced fast. Today, it is hard to imagine how surprising the assumption looked then. *(I. M. Frank)*

НОЧНОЕ БДЕНИЕ НАД ЗАДАЧЕЙ

Опыту для Жюлио-Кюри предшествовал период, когда теория ещё не была закончена, в то время как актуальность задачи уже стала очевидной. Это привело к новому обсуждению вопроса совместно с И. Е. Таммом.

Были рассмотрены различные гипотезы, о которых теперь уже невозможно вспомнить, и все они оказались бесплодными. Выяснилось, что наглядная картина, использующая принцип Гюйгенса, – это единственная дающая качественно правильный результат. И величина $\beta = v/c$, и пробег наиболее энергичных комптоновских электронов действительно могли дать требуемую направленность волн под острым углом к скорости электрона. После этого или, вероятно, этих обсуждений (теперь уже не помню, сколько их было) как-то вечером И. Е. Тамм позвонил мне по телефону и попросил немедленно приехать к нему домой.

Я застал И. Е. Тамма за столом, увлечённого работой и уже исписавшего много листов бумаги формулами. Он сразу же принялся рассказывать мне о сделанном им до моего прихода. Сейчас я уже не могу вспомнить в точности, что было предметом совместного обсуждения в ту ночь. Думаю, что обсуждались и ход решения задачи, предложенный И. Е. Таммом, и правильность выкладок, и физические основы теории, в которых многое было ещё неясно. Помню только, что просидели мы долго. Домой я возвратился под утро пешком, так как городской транспорт уже закончил (или ещё не начал) свою работу. У меня было ощущение, что в моей жизни произошло немаловажное событие, вероятно, главным образом потому, что я впервые стал участником теоретической работы, и притом совместно с И. Е. Таммом.

Результаты Черенкова по измерению углового распределения излучения и теоретическая работа И. М. Франка и И. Е. Тамма были опубликованы одновременно в «Докладах Академии наук СССР» в 1937 году.

Широкую известность излучение Вавилова-Черенкова приобрело лишь через много лет после своего открытия, когда экспериментальная техника позволила использовать это излучение для детектирования быстрых частиц (черенковские счётчики). (И. М. Франк)

NIGHT VIGIL OVER PROBLEM

Previous to the demonstration for Joliot-Curie there was a period when the theory was not complete and at the same time, the urgency of the problem became apparent. This led to new discussions with I. E. Tamm.

Various hypotheses, that are difficult to remember today, were considered. However, all the hypotheses turned out to be fruitless. It happened that the visual picture employing the Huygens principle was the only one that gave qualitatively correct results. Both the value $\beta = v/c$ and the flight path of the most energetic Compton electrons could actually give the necessary directivity of the waves at a sharp angle to the velocity of the electron. After that or probably following some discussions (I do not remember how many of them there were) I. E. Tamm phoned me in the evening and asked to come to his place as soon as possible.

I found I. E. Tamm at the desk passionate at work with many sheets of paper covered with formulas spread on the desk. He immediately started telling me about what he had done before my arrival. At present I cannot remember exactly the subject of our discussion during that night. I think we discussed the sequence of solution of the problem proposed by I. E. Tamm, correctness of calculations as well as the physical foundation of the theory in which much was still unclear. I only remember that we sat long. Home I came in the morning on foot because the city transport had already finished (or had not yet begun) its work. I had the feeling that there happened an important event in my life most probably due to that I first took part in theoretical work and, moreover, with I. E. Tamm.

The results of the measurement of the angular distribution of the radiation by Cherenkov and the theoretical work by I. M. Frank and I. E. Tamm were simultaneously published in «Doklady Akademii Nauk SSSR» (Reports of the USSR Academy of Sciences) in 1937.

The Vavilov-Cherenkov radiation, however, became widely known only in many years from the time of its discovery when the experimental technology allowed using it for detecting fast particles (Cherenkov counters). (I. M. Frank)



В 1937 году я женился на Элле Абрамовне Бейлихис, историке по образованию. (И. М. Франк)

In 1937, I married Ella Abramovna Beikhilis, a historian by education. (I. M. Frank)

*Братья и сёстры Бэйлихис:
Ида, Григорий, Элла, Вера и Виктор.*

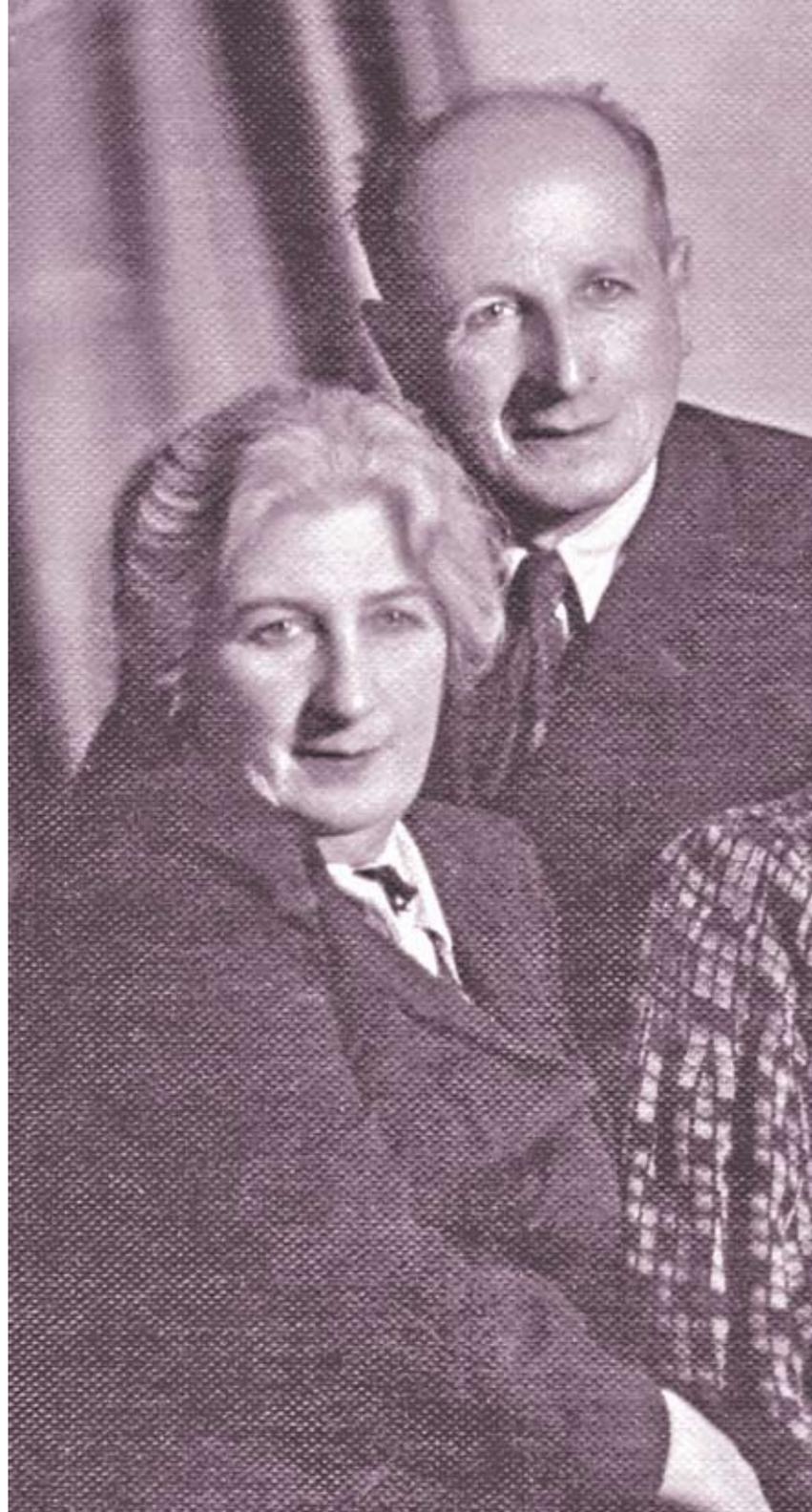
*Brothers and sisters Beikhilis:
Ida, Grigorii, Ella, Vera, Viktor.*

ВСТРЕЧА В ГОРАХ

Воспоминания об Эльбрусской экспедиции были для отца очень дороги. И тут соединялись два важных момента. Конечно, работа, профессия, наука всегда были для него главной составляющей жизни. Но тут ведь были ещё и горы. А горы он любил. Отец хорошо ходил и с гордостью вспоминал, что во время Эльбрусской экспедиции они с П. А. Черенковым поднялись в один день на обе вершины Эльбруса.

Во время одной из таких поездок в горы он познакомился с моей мамой – Эллой Абрамовной Бейлихис.

К тому времени, когда родители поженились в 1937 году, у Ильи Михайловича уже была комната в институтской квартире на Второй Тверской-Ямской в Миуссах недалеко от ФИАН. Там они и поселились. (А. И. Франк)



MEETING IN THE MOUNTAINS

Memories of the Elbrus expedition were precious to my father. There came together two important moments. Certainly, work, profession, science were for him the main component of life. But there were mountains. He loved mountains. Father was good at walking. He proudly recalled that during the Elbrus expedition he together with P. A. Cherenkov climbed both peaks of Elbrus in one day. During one of these trips to the mountains he met my mother, Ella Abramovna Beikhilis. By the time my parents married in 1937 Iliia Mikhailovich had a room in a shared apartment in Second Tverskaya-Yamskaya Street in Miussakh not far from FIAN provided by the Institute. There they settled. (A. I. Frank)



ЭЛЛА

Моя мама Элла Абрамовна Бейлихис родилась 11 декабря 1909 года. Её родителей я не знаю. Они умерли ещё до моего рождения. Семья была многодетная. У мамы было двое братьев, Григорий и Виктор, и две сестры – Вера и Ида. Насколько мне известно, они переехали в Москву из Харькова вскоре после революции. Мне кажется, что мама училась на историческом факультете МГУ, хотя я в этом не вполне уверен. Позже она работала в библиотеке Коммунистической академии. Уже после войны в этой же библиотеке много лет проработала и её старшая сестра Ида Абрамовна. Григорий Абрамович Бейлихис был довольно известным врачом-гигиенистом и историком медицины. (А. И. Франк)

ELLA

My mother, Ella Abramovna Bekhilis, was born on December 11, 1909. I have not known her parents. They died before I was born. The family had many children. My mother had two brothers, Grigorii and Viktor, and two sisters, Vera and Ida. As I know, they moved to Moscow from Kharkov soon after the Revolution. I think my mother studied at the Faculty of History in MSU, though I am not quite sure of that. Later, she worked in the library of the Communist Academy. After the war, her elder sister, Ida Abramovna, also worked in that library for many years. Grigorii Abramovich Beikhilis was quite a famous hygienist and historian of medicine. (A. I. Frank)

ОТЗЫВ О НАУЧНОЙ РАБОТЕ И. М. ФРАНКА

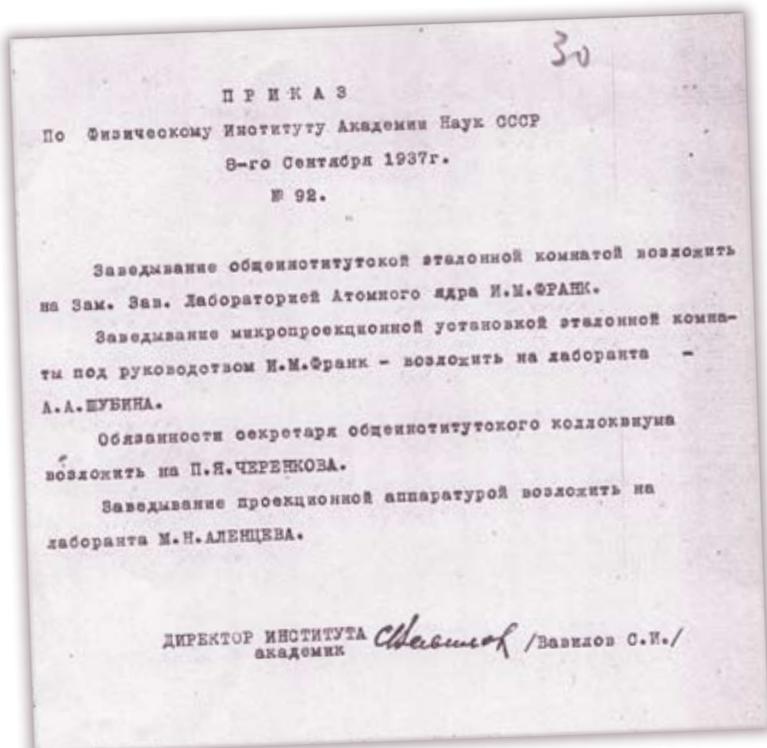
Илья Михайлович Франк – молодой физик (родился в 1908 г.), зарекомендовал себя как прекрасный, чрезвычайно разносторонний физик-экспериментатор с выдающейся теоретической эрудицией. В одной из первых своих работ, которые он ещё делал студентом под моим руководством в МГУ, о процессах тушения в флуоресцирующих жидкостях, он обнаружил большое экспериментальное умение и исключительную физическую интуицию. По окончании Московского государственного университета И. М. Франк перешёл на работу в Государственный оптический институт, в лабораторию А. Н. Теренина. Здесь им были выполнены весьма интересные работы о функции возбуждения и кривой поглощения при оптической диссоциации йодистого калия, по абсорбции света вблизи резонансной линии ртути и о фотохимической реакции ртути и кислорода. В этих работах проявились инициатива и оригинальность экспериментальной методики и научного мышления И. М. Франка. Работы интересны изяществом метода и исчерпывающим анализом экспериментальных данных.

За годы своей работы в МГУ и ГОИ И. М. Франк стал превосходным специалистом в области физической оптики, освоив наиболее тонкие и трудные стороны этой дисциплины.

По моему предложению в 1933 г. И. М. Франк перешёл к работе в совершенно другой области – физике атомного ядра. С поразительной быстротой он освоился с методикой новой области, вошёл в курс состояния мировой литературы и стал руководящим работником в молодой лаборатории атомного ядра Физического института Академии наук СССР.

Вместе с Л. В. Грошевым за последние годы И. М. Франк выполнил фундаментальные исследования по явлению превращения света в вещество (превращение гамма-фотонов в пару электрон-позитрон). Эта работа, выполненная с исключительной тщательностью и полнотой, содержит громадный опытный материал, позволяющий всесторонне анализировать интереснейшие явления образования пар. Полагаю, что это исследование занимает по своей тщательности и полноте исключительное положение в современной литературе по процессу образования пар.

Живейшее участие принял И. М. Франк в осуществлении и объяснении опытов П. А. Черенкова по новому виду свечения, сопровождающего распространение гамма-лучей в жидких и твёрдых средах. В частности, И. М. Франку принадлежит блестящая догадка о том, что перед нами совершенно новое явление, специфическое для распространения электронов, движущихся со скоростью больше фазовой скорости света в плотной среде. Эта идея получила полное и вполне строгое развитие



Приказ по ФИАНу от 8 сентября 1937 года о выдвижении И. М. Франка на должность заведующего общеинститутской эталонной комнатой за подписью С. И. Вавилова.

The FIAN order as of September 8, 1937 stating appointment of I. M. Frank Head of All-Institute Reference Room signed by S. I. Vavilov

в теоретической работе И. Е. Тамма и И. М. Франка. Используя свои глубокие знания в области физической оптики, И. М. Франк принял участие в работах Стратосферной комиссии АН СССР по наблюдению свечения ночного неба совместно с Н. А. Добротинным и П. А. Черенковым. Эта работа привела к открытию нового эффекта резкой вариации интенсивности ночного свечения неба в течение ночи. Под руководством И. М. Франка впервые на Эльбрусе удалось произвести наблюдение космических лучей камерой Вильсона.

В целом, И. М. Франк является исключительным по своей эрудиции, экспериментальному искусству, глубокой физической интуиции представителем молодой советской физики.

Незаурядная одарённость, эрудиция и прекрасные научные результаты И. М. Франка уже нашли своё выражение в том, что Президиум Академии наук СССР присудил И. М. Франку степень доктора физико-математических наук в 1934 г., когда ему было 26 лет.

Помимо указанных выше теоретических работ, И. М. Франк постоянно даёт полезнейшие консультации в областях промышленности, оборонного дела, а также медицинским учреждениям. На основании изложенного горячо рекомендую И. М. Франка в члены-корреспонденты Академии наук СССР по разделу физики как прекрасного представителя передовой советской научной молодёжи.

12 июля 1938 г. (С. И. Вавилов)

REVIEW OF SCIENTIFIC WORK OF I. M. FRANK

Ilya Mikhailovich Frank – a young physicist (born in 1908) – is a wonderful, versatile physicist-experimenter with outstanding theoretical erudition. In one of his first works carried out as a student under my supervision in MSU and devoted to blanking processes in fluorescent liquids, he demonstrated good experimental skills and exceptional physical intuition.

After graduating from Moscow State University, I. M. Frank went to work in the Laboratory headed by A. N. Terenin in the State Optical Institute. There he conducted quite interesting studies of the excitation function and the absorption curve in the course of optical dissociation of potassium iodide, of light absorption near the resonance line of mercury, and of the photochemical reaction of mercury and oxygen. The work revealed initiative, originality of experimental approach, and scientific thinking of I. M. Frank. The work is of interest due to elegance of the method and an in-depth analysis of the experimental data. Over the years of his work in MSU and SOI, I. M. Frank became an excellent specialist in the field of physical optics having mastered the finest and most difficult aspects of the discipline. In 1933, on my suggestion I. M. Frank started work in a completely different area, the physics of the atomic nucleus. With astonishing speed, he mastered the methodology of the new field, got acquainted with related scientific literature in the world, and became a leading member in the young Laboratory of Atomic Nucleus in the Physical Institute of the USSR Academy of Sciences. Over the latest years, I. M. Frank together with L. V. Groshev performed fundamental investigations into the effect of transformation of light into matter (transformation of gamma-photons into electron-positron pairs). The work which was done with exceptional thoroughness and completeness yields a huge amount of experimental material allowing a comprehensive analysis of the most exciting phenomenon of pair formation. I believe that the said investigation in its thoroughness and completeness occupies an exceptional position in modern literature on the process of pair formation. I. M. Frank took the most active part in the implementation and explanation of P. A. Cherenkov's experiments on the new type of radiation induced by gamma-ray propagation in liquids and solids. In particular, a brilliant guess that we are facing a completely new phenomenon which is specific to propagation of electrons with velocities higher than the phase velocity of light in dense media belongs to I. M. Frank. The idea received complete and quite rigorous development in the theoretical work of I. E. Tamm and I. M. Frank. Employing his deep knowledge in physical optics I. M. Frank together with N. A. Dobrotin and P. A. Cherenkov took part in the work of the Stratosphere Commission of the USSR Academy of Sciences aimed at observation of the glow of the



*Сергей Иванович
Вавилов.*

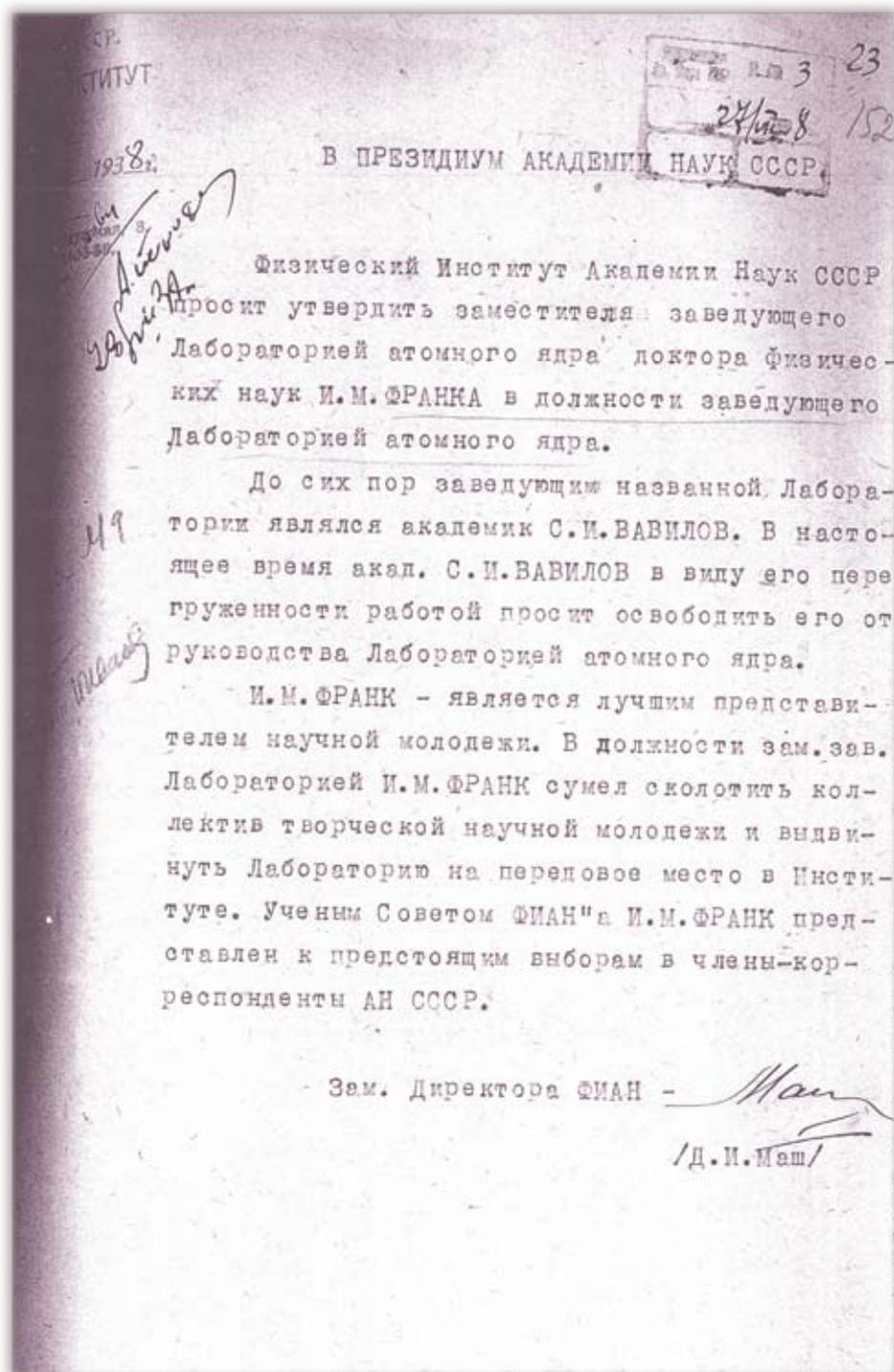
*Sergei Ivanovich
Vavilov.*

night sky. The work brought forward the discovery of a new effect consisting in that the night glow of the sky varied sharply in the course of the night. Under the leadership of I. M. Frank cosmic rays were first successfully observed on Elbrus using the Wilson chamber. On the whole, I. M. Frank is an exceptional in erudition, experimental skill, and physical intuition representative of young Soviet physics. His being remarkably gifted and erudite on line with his excellent scientific results found their reflection in that the Presidium of the USSR Academy of Sciences awarded the academic degree of Doctor of Physical and Mathematical Sciences to I. M. Frank when he was 26. In addition to the above mentioned theoretical work, I. M. Frank constantly gives useful advice in the fields of industry and military defense, as well as to medical institutions. On the basis of the above I warmly recommend I. M. Frank to be elected Corresponding Member of the USSR Academy of Sciences in Physics Division as an excellent representative of the advanced Soviet scientific youth.

July 12, 1938. (S. I. Vavilov)

В 1937 году Илья Михайлович Франк – член оргкомитета II Всесоюзной конференции по атомному ядру, проходящей в Москве, где выступил с докладами «Свечение чистых жидкостей под действием быстрых электронов» и «Образование пар в криптоне под действием γ -лучей».

In 1937, Ilya Mikhailovich Frank was the Member of the Organizing Committee of the II All-Union Conference on Atomic Nucleus held in Moscow at which he made two reports «Glow of Pure Liquids under the Action of Fast Neutrons» and «Formation of Pairs in Krypton under the action of γ -Rays».



Письмо в Президиум АН СССР для утверждение И. М. Франка в должности заведующего Лабораторией атомного ядра. 1938 г.

The letter to the Presidium of the USSR Academy of Sciences for approval of nomination of I. M. Frank for the post of Head of the Laboratory of Atomic Nucleus. 1938.

Публикации Ильи Михайловича 1938 года посвящены в основном работам по рождению пар. В это время они с Л. В. Грошевым завершали обработку и осмысливание богатого экспериментального материала, накопленного за предыдущие годы.

Осенью 1939 года в журнале «Природа» публикуется его статья о новом виде ядерных реакций с подзаголовком «Деление ядер урана и тория под действием нейтронов». По-видимому, это первая научно-популярная статья в советской литературе, посвящённая этому открытию. Да и сам термин «деление ядер» не был ещё общепринятым. Статья написана «по горячим следам», поскольку речь в ней идёт о замечательных событиях, имевших место всего за несколько месяцев до выхода статьи. (А. И. Франк)

In 1939, the published works by Ilya Mikhailovich were mainly devoted to the birth of pairs. At that time, he and L. V. Troshev were completing the procession and interpretation of rich experimental material obtained in the previous years. In the autumn of 1939 the journal «Priroda» (Nature) published his article on a new type of nuclear reactions subtitled «Fission of Uranium and Thorium Nuclei under the Action of Neutrons». To all appearance, it was the first popular science article dedicated to this discovery in Soviet literature. And the term «fission of nuclei» itself was not generally accepted yet. The article was written «in hot pursuit» since it told readers about the wonderful events that had taken place a few months before it was published. (A. I. Frank)

НОВЫЙ ВИД ЯДЕРНЫХ РЕАКЦИЙ

(Деление ядер урана и тория под действием нейтронов)

И. М. ФРАНК

1. Вопрос об искусственных превращениях, вызываемых в атомах урана и тория нейтронами, уже в течение ряда лет привлекает внимание физиков. Этот интерес — понятен. Уран и торий — наиболее тяжелые из элементов периодической системы: уран занимает в ней последнее, 92-е, место, а торий 90-е. Они — радиоактивны и, следовательно, их ядра — неустойчивы. Естественно ожидать поэтому, что и процессы, происходящие при действии на их ядра нейтронов, могут отличаться от того, что происходит в обычных устойчивых атомах. Эти соображения заставили Ферми (17) еще в 1934 г., сразу же после открытия им искусственной радиоактивности под действием нейтронов, приняться за исследование ядерных реакций в тории и уране. Ферми, действительно, удалось обнаружить ряд интересных явлений, исследование которых в течение последующих пяти лет занимались многие физики. Однако лишь совсем недавно, в начале 1939 г., выяснилось, что в этих элементах происходит совершенно новый процесс. Оказалось, что ядра атомов урана и тория в результате захвата нейтрона распадаются на две, примерно, одинаковые части, которые разлетаются с огромной кинетической энергией в 50—100 млн. электрон-вольт каждая. Ядра, возникшие в результате этого процесса, оказываются радиоактивными. Прежде чем превратиться в устойчивые атомы, они претерпевают целую серию β-радиоактивных превращений. Кроме того, одновременно наблюдается испускание нейтронов.

В отличие от других видов расщепления ядер условным названием это новое явление делением ядер под действием нейтронов.

Открытие этого явления представляет значительный интерес. Здесь физика впервые встретилась с возможностью распада тяжелого ядра на части, сравнимые между собой по массе. Впервые

встретилась здесь физика с столь значительным выделением энергии при ядерной реакции. Такое явление наблюдалось ранее только у частиц космических лучей.

Особенное значение имеет испускание нейтронов при этой реакции. Эти нейтроны могут быть использованы для деления новых ядер урана или тория. При этом снова образуются нейтроны, которые могут дать новые превращения. Таким образом взрывается цепь, и, следовательно, станет возможным практическое использование внутриядерной энергии.

Сама возможность такого деления ядер на части оказалась совершенно неожиданной.

Она не противоречит, повидимому, существующим представлениям о механизме ядерных реакций, но существенно их расширяет.

Сейчас еще трудно предсказать, к каким результатам может привести дальнейшее исследование этой о процесса.

2. Действие нейтронов на ядра обычных атомов в настоящее время можно считать достаточно подробно изученным. При захвате нейтрона из ядра может вылететь протон или α-частица, т. е. в результате может образоваться ядро с атомным номером, на одну или две единицы меньшим исходного. Обычно, однако, особенно для сравнительно тяжелых атомов, энергия, выделяющаяся при захвате нейтрона, идет на выраживание заряженной частицы, а излучается в виде γ-лучей; таким образом получается атом с тем же атомным номером, но с массой на единицу большей. В большинстве случаев такой атом оказывается неустойчивым. В результате радиоактивного распада с испусканием электрона он превращается в устойчивый атом с атомным номером на единицу большим.

В случае действия нейтронов на уран Ферми (17) обнаружил появление сразу

целой группы радиоактивных веществ с различными периодами. Здесь, в отличие от действия на обычные устойчивые атомы, образуются, повидимому, не отдельные новые радиоактивные вещества, а новые радиоактивные семейства. Ферми попытался выяснить химическую природу открытых им радиоактивных веществ. Оказалось, что они могут быть отделены химическим путем как от урана (z = 92), так и от его соседей по периодической системе элементов — протактиния (z = 91), тория (z = 90), актиния (z = 89), радия (z = 88), висмута (z = 83) и свинца (z = 82). Таким образом эти вещества не являются изоатомами ни урана, ни элементов с меньшим атомным номером, расположенных около урана.

Оказалось, что химически одно из полученных веществ очень сходно с марганцем и с рением, т. е., несомненно, должно быть отнесено к седьмой группе периодической системы элементов. Именно таков должен быть гипотетический элемент с атомным номером 93.

В периодической системе элементов он должен быть поставлен как раз под рением. Ферми высказал предположение, что здесь происходит образование этого элемента и что, следовательно, ему удалось продолжить периодическую систему. Этот элемент обычно называют эка-рением. Распадаясь, он должен превратиться в эка-осмий, элемент с атомным номером 94. В дальнейшем основные результаты Ферми были подтверждены другими авторами, причем, кроме эка-рения и эка-осмия, считалось весьма вероятным получение и элементов с атомными номерами 95, 96 и 97, т. е. эка-иридия, эка-платины и эка-золота. Вся эта группа элементов получила общее название транс-уранов. В результате длительного исследования транс-уранов Мейтнер, Хан и Штрассман (27) установили следующую схему образования:

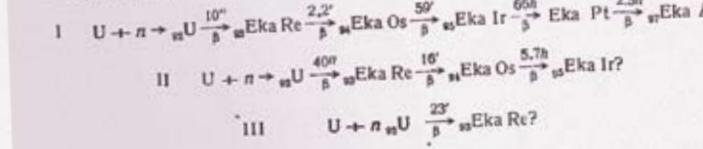
Знак β под каждой стрелкой означает, что в данном случае распад происходит путем β-превращения, а цифры над стрелкой дают соответствующие периоды полураспада.

Из трех написанных выше рядов особое место занимает III ряд. Оказалось, что в то время как радиоактивные вещества I и II рядов возникают под действием как медленных, так и быстрых нейтронов, 23-минутное радиоактивное вещество III ряда получается только под действием медленных нейтронов с вполне определенной энергией 25 электрон-вольт. При этом эффективное сечение этого процесса очень велико. Такая селективность, характерная как раз для процессов, идущих с простым захватом нейтрона, служит косвенным доказательством правильности схемы III.

Существование трех радиоактивных рядов в том виде, как они написаны выше, с теоретической точки зрения представляется трудно объяснимым и крайне невероятным. Поэтому, несмотря на большое число исследований, вопрос о транс-уранах так и остался до конца неразрешенным.

Теперь, после открытия в уране процесса деления ядра, все данные о транс-уранах должны быть пересмотрены, и самый факт их существования поставлен под сомнение. Не исключена возможность того, что транс-ураны на самом деле являются изоатомами обычных элементов, расположенных в середине периодической системы элементов и получившихся при делении ядра урана.

3. В конце 1938 г. Кюри и Савич (9) при исследовании искусственно-радиоактивного урана обнаружили новое радиоактивное вещество, близкое по своим химическим свойствам к редкой земле — лантану (z = 57). Однако это химическое отождествление было далеко неоднозначным. Хан и Штрассман (16) сразу же повторили эти опыты. В результате они обнаружили целую серию радиоактивных веществ, которые, пови-



являю (z = 88) или барий (z = 86) — вещества близкие, что их является довол Поэтому нельзя утверждать, что Штрассманном дием, а не барие ренения урана т. е. почти в середине По этим же мнением, что Кюри и Савич а гомологов ла Этот активный тате распада

Открытых веществ оказалось установленное имеет период 1 мин., втор 14 мин., трет 250—300 час.

Не удалось результатами (18) попытал что эти вещества изотопами р этих веществ после получено вместе к смеси бы пользование радия — тория этого прои деление бария числя неожиданн — радиоактивн а исследуемые вещества остались в смеси с барием; более того, оказалось, что никакими химическими методами не удастся отделить их от бария.

К такому же результатам привело и исследование искусственной радиоактивности в тории. Там также были обнаружены изотопы радия (8), которые впоследствии оказались барием (15).

Заканчивая статью с изложением этих результатов Хан и Штрассманн (17) говорят, что как химики они должны признать, что полученные ими вещества действительно барий, но, будучи одновременно физиками, они понимают, что это противоречит нашим представлениям о ядерных реакциях.

у других тяжелых ядер, если воспользоваться для этой цели частицами, обладающими значительно большей энергией, чем это необходимо в случае урана и тория.

Атомы, получившиеся в результате деления ядра урана или тория, обязательно должны быть неустойчивы. Действительно, как легко видеть, устойчивые ядра не могут сразу получиться в результате такого процесса. Допустим, напр., что произошло деление ядра урана на две части. Сумма атомных номеров этих частей должна быть равна 92. Пусть это будут, напр., барий (z = 56) и криптон (z = 36). Самый тяжелый из известных изотопов бария имеет атомный вес 138, а самый тяжелый криптон — 86. Сумма этих весов — 224, т. е. на 11 единиц меньше веса легкого изотопа урана, имеющего атомный вес 235. Таким образом барий и криптон, полученные из урана, должны быть тяжелее обычных, т. е. их ядра будут иметь значительный избыток нейтронов. Некоторая часть из этих нейтронов (около 3 на распад) испускается, но тем не менее значительный избыток их все же остается в ядрах.

Ядра, обладающие избытком нейтронов, как известно из опытов по искусственной радиоактивности, должны быть радиоактивны с испусканием электронов. При каждом β-превращении заряд ядра увеличивается на единицу, т. е. один нейтрон превращается в протон. Этот процесс, должен повториться несколько раз до тех пор, пока не полу-

открытая химическая реакция, принадлежит осколкам ядер урана, получившимся при расщеплении его нейтронами.

Жолио впервые удалось также наблюдать такое деление ядер урана в камере Вильсона (19). Для этой цели он воспользовался специальной камерой, в которой газ находится при сильно пониженном давлении. Необходимость этого объясняется тем, что источник нейтронов (700 милдикюри эманиции радия с бериллием, в опытах Жолио) излучает также большое количество γ-лучей. Эти γ-лучи создают в свою очередь значительное количество электронов. Качественное количество электронов практически мера пониженного давления практически

или тория так же, как и в обычных ядрах, выделяется энергия. Образуется возбужденное ядро, причем энергия распределяется между частями внутри его. Различие от обычных ядер начинается только на второй стадии. Для обычных ядер на следующей стадии происходит испускание фотона. При этом ядро переходит в нормальное состояние, а затем через некоторое время происходит β-распад. Для урана это привело бы к образованию транс-урана. В случае деления ядра процесс идет иначе. Возбужденное ядро приходит в состояние колебаний, причем амплитуда колебаний оказывается достаточной для того, чтобы ядро разорвалось на две части.

Повидимому, распад может осуществляться многими способами, т. е. эти части могут быть разными. Неудивительно поэтому, что Хан и Штрассманн наблюдали не один барий, но, по крайней мере, три, которые различны по своим периодам и, вероятно, отличаются по массам. По всей вероятности, эти барии сами не являются первичными продуктами распада, а получились из них в результате радиоактивных превращений.

В настоящее время установлено значительное число радиоактивных элементов, которые так же, как и барий, образуются при облучении урана. Например — бром, криптон, рубидий, стронций, сурьма, теллур, вод, ксенон, цезий, барий, лантан, церий, празеодим, неодим, самарий. При этом можно думать, что этот список далеко не полон.

В отдельных случаях удалось даже отождествить отдельные из этих веществ

это сложная и трудная задача, которая потребует для своего решения значительного промежутка времени.

Уран, кроме основного изотопа с атомным весом 238, содержит в заметном количестве (около 1%) другой изотоп с атомным весом 235. Роль каждого из этих изотопов в наблюдаемых процессах пока еще не вполне выяснена. С этим вопросом тесным образом связана и проблема транс-уранов, которая также еще не разрешена. Повидимому, все же, вопреки мнению Хан и Штрассманна, ряды транс-уранов, которые выше мы обозначили цифрами I и II, на самом деле не существуют. Эти транс-ураны, вероятно, не что иное, как осколки ядра урана. Однако в отношении ряда III дело обстоит иначе. Он возникает под действием медленных нейтронов вполне определенной скорости, в то время как для деления ядер урана такой селективности не наблюдается. Это заставляет думать, что этот транс-уран действительно существует. Большое эффективное сечение для процесса его образования показывает, что этот элемент получается из основного изотопа с атомным весом 238.

Существование этого процесса трудно, однако, совместить с процессом деления ядра. Поэтому Бор (4) предположил, что, по крайней мере, медленные нейтроны вызывают деление ядра не основного изотопа урана, а урана 235. Для быстрых нейтронов Бор допускает действие и на уран 238. Однако это допущение пока еще недостаточно обосновано.

6. Особенно большой интерес представляет в настоящее время изучение массы полученных веществ. Закон эквивалентности в самом деле, закон эквивалентности массы и энергии утверждает, что всякая энергия E обязательно связана с массой m, причем E = mc², где c — скоростью света. Поэтому для определения энергии достаточно определить разность между величинами массы распадающегося атома и суммой масс покоя всех продуктов распада. Эта разность, умноженная на квадрат скорости света, дает энергию. Если энергия выделялась, то она унесла с собой эквивалентную ей массу, и, следовательно, эта разность

(78). Так, распада получен и реакцией. омный вес ивый лантрий получия, а делю, цезий 1 вес 139. 1 300 час. который путями и Конечно, распада



Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова.

В 1940 году по приглашению Д. В. Скобельцына я начал читать лекции на возглавляемой им кафедре ядерной физики Московского государственного университета. Эту работу прервала война. *(И. М. Франк)*

ОСНОВЫ ФИЗИКИ ЯДРА

И. М. Франк читал нам вводный курс, посвящённый свойствам стабильных ядер, и специальный курс нейтронной физики. Лекции Ильи Михайловича были замечательными как по глубине содержания, так и по форме изложения. Он проносил текст лекций спокойным негромким голосом, и физический смысл описываемых свойств и процессов – подчас достаточно сложных – легко воспринимался слушателями и затем оставался надолго в памяти. Для меня несомненно, что основы моих представлений о физике ядра были заложены именно тогда, на лекциях И. М. Франка. *(Б. Г. Ерозолимский)*

ЦЕННЫЕ ЛЕКЦИИ

Осенью 1941 года в армию призывали студентов старших курсов, в основном их направляли в военные академии. Меня в академию не приняли по здоровью. Вместе со мной учились люди, чья научная биография тесно связана с ОИЯИ: Фёдор Львович Шапиро, Михаил Исаакович Подгорецкий, Николай Иванович Петров. С нашего курса вышли три академика, ну а кандидатов и докторов – всех не перечислить! Ведь читали нам лекции такие видные учёные, как Дмитрий Владимирович Скобельцын, Владимир Иосифович Векслер, Леонид Васильевич Грошев, Сергей Николаевич Вернов и, конечно, Илья Михайлович Франк.

Его лекции слушать было интересно, а записывать легко: он чётко, систематично излагал материал. И при подготовке к экзаменам, да и позднее, эти тетрадки с лекциями И. М. Франка были очень ценным материалом, так как учебников по нашей специальности тогда практически не было. *(Ю. С. Замятнин)*



M. V. Lomonosov Moscow State University.

In 1940, on the invitation of D. V. Skobeltsyn I began reading lectures for the Chair of Nuclear Physics of Moscow State University headed by him. The work was interrupted by the war (*I. M. Frank*)

FUNDAMENTALS OF PHYSICS OF NUCLEUS

I. M. Frank gave us an introductory course on the properties of stable nuclei and a special course on neutron physics. The lectures by Ilia Mikhailovich were excellent both in the depth of content and in the form of presentation. He lectured in a quiet, low voice and the physical meaning of the described properties and processes – quite complicated at times – were easily perceived by listeners and remained in memory for a long time. For me, there is no doubt that my comprehension of the basics of the physics of the nucleus was laid then at the lectures by I. M. Frank. (*B. G. Erozolimskii*)

VALUABLE LECTURES

In the autumn of 1941 students of senior courses were called for army. They were mainly directed to military academies. I was not admitted to the academy for health reasons. People like Fyodor Lvovich Shapiro, Mikhail Isakovich Podgoretskii, Nikolai Ivanovich Petrov, whose scientific biography is closely connected with JINR, studied with me. Three academicians came from our course, saying nothing of numerous Candidates and Doctors of Science! After all, lectures to us were read by such prominent scientists as Dmitrii Vladimirovich Skobeltsyn, Vladimir Iosifovich Beksler, Leonid Vasilievich Groshev, Sergei Nikolaevich Vernov and, of course, by Ilia Mikhailovich Frank. His lectures were interesting to listen to and easy to write down. His presentation of the material was clear and systematic. Therefore, in preparation for exams and even later, our copy-books with I. M. Frank's lectures were very valuable as at the time there were practically no text books in our speciality. (*Yu. S. Zamyatnin*)



ВОЙНА НАЧАЛАСЬ НЕОЖИДАННО

Война началась неожиданно, и события разворачивались очень быстро и грозно. Как только был объявлен призыв в народное ополчение, мы, сотрудники ФИАНа, естественно, стали стремиться на фронт, но один за другим получили отказ... Лишь годы спустя стало понятно, что тогда советским правительством было принято исключительно дальновидное решение: несмотря на трудности войны, сохранить научные кадры, научный потенциал страны. Почти все фиановцы получили бронь. *(И. М. Франк)*

СЛЕДЫ ЭВАКУАЦИИ

Очень скоро началась подготовка к эвакуации института. Сергей Иванович поручил Илье Михайловичу подготовить к эвакуации и обеспечить сохранность имевшегося в институте запаса радия. Примерно полтора грамма радия, находившегося в виде растворов солей, надо было перевести в твёрдую фазу и запаять в ампулы. Теперь об этом страшно даже читать, но тогда они вместе с радиохимиком Н. П. Страховым проделали эту работу, выпаривая раствор на электроплитке во дворе института. Не знаю, было ли это памятью о том времени, но на пальцах у Ильи Михайловича навсегда сохранились следы радиационного ожога. *(А. И. Франк)*

WAR BEGAN UNEXPECTEDLY

The war began unexpectedly. Events unfolded fast and menacingly. As soon as call for national volunteer corps was announced we, FIAN employees, naturally strove for getting enrolled in them, but one after another received a refusal... Only years later it became clear that the Soviet Government made an exceptionally far-seeing decision: despite the difficulties of the war the scientific personnel, scientific potential of the country must be preserved. Almost all FIAN employees received a reservation. *(I. M. Frank)*

TRACES OF EVACUATION

Very soon the preparation for the evacuation of the Institute began. Sergei Ivanovich entrusted Ilia Mikhailovich with preparation for evacuation and responsibility for safety of radium stock available in the Institute. About one and a half grams of radium in the form of salt solution were to be turned into a solid phase and sealed in ampoules. Today, it is scary even to read about that but at that time he, together with the radiochemist N. P. Strakhov, carried out the work by evaporating the solution on an electric stove in the courtyard of the Institute. I do not know if it was a memory of that time but on the fingers of Ilia Michailowich traces of a radiative burn were left for ever. *(A. I. Frank)*



ВРЕМЯ ЛИШЕНИЙ

В трудное военное время моим родителям было трудно вдвойне, поскольку мама была беременна. Я родился в Казани в августе 1941. По воспоминаниям родителей, было голодно, а наступившей зимой – и холодно. Дров не хватало, и нередко стены комнаты были покрыты инеем. К тому же у мамы почти не было молока, и обеспечить питание ребёнка было трудно. Отец рассказывал, что он менял на рынке водку (полученную по карточкам) на молоко. *(А. И. Франк)*

КОМНАТА НА ШКОЛЬНОЙ УЛИЦЕ

В первое время в Казани все разместились в большой аудитории Казанского университета, в которой были поставлены кровати, разделённые занавесками. Позже семья переселилась к каким-то очень дальним родственникам, и наконец, видимо, с помощью института была найдена комната в доме № 3 на Школьной улице. *(А. И. Франк)*

TIME OF HARDSHIP

The difficult times of war were double hard for my parents as my mother was pregnant.

I was born in Kazan in August, 1941. By my parents' memories it was hungry, and in the winter that came, it was cold. There was lack of firewood and at times the walls of the room were covered with white frost. In addition, my mother almost had no milk and it was hard to get baby food. Father remembered that he changed vodka (received within rationing system) for milk in the market. *(A. I. Frank)*

ROOM IN SHKOLNAYA STREET

At the beginning in Kazan we were housed in a large lecture hall in Kazan University where beds separated with curtains were set. Later, the family moved to some relatives and finally, possibly not without help of the Institute a room in house No. 3 in Shkolnaya Street was found. *(A. I. Frank)*



Дом № 3 на Школьной улице, где семья Франков жила в 1941–1943 годы. На переднем плане Элла Абрамовна.

House № 3 in Shkolnaya Street where the Franks lived from 1941 to 1943. In the foreground – Ella Abramovna.

ПОХОДЫ ЗА ПРОВИЗИЕЙ

В начале Великой Отечественной войны мы вместе с ФИАНом были эвакуированы в Казань. В зиму 1941–1942 годов в Казани было холодно и голодно. И вот однажды мы вместе с Ильёй и Леонидом Васильевичем Грошевым отправились пешком по окрестностям города, чтобы закупить в деревне какие-нибудь продукты. Помнится, выдался морозный солнечный день. Мы – усталые, но счастливые от удачной покупки (целая туша мяса!) – тащили на лямках большие салазки. И здесь мы с Ильёй были буквально рядом. В этой упряжке я был коренным, слева от меня тянул Илья, справа – Грошев. Салазки тяжело продвигались по глубокому рыхлому снегу. Я не видел выражения лица Ильи, закрытого шапкой-ушанкой, но в памяти у меня осталось его усталое натужное дыхание. Он не был физически крепким, а скудный рацион жидкой чечевичной каши в то время не укреплял наши силы. Этот «поход» мы потом часто вспоминали. Возможно, благодаря так нелегко добытому мясу мы выжили в ту суровую зиму. *(М. А. Марков)*

TRIPS FOR FOOD

At the beginning of the Second World War, we were evacuated to Kazan as part of FIAN. The 1941–1942 winter was a cold and hungry time in Kazan. One day, together with Ilia and Leonid Vasilievich Groshev, we went on foot to the outskirts of the city to buy some food in the village. I remember it turned out to be a frosty sunny day. We, tired but happy with a successful purchase (whole carcass of meat!), dragged a large sled by the straps. And there were we, Ilia and I, literally side by side. In that harness I was a shaft-horse, on the left there pulled Ilia and on the right – Groshev. The sled advanced heavily on deep loose snow. I did not see the expression of Ilia's face covered with ushanka (Russian fur hat with earflaps) but in my memory I have his tired strained breathing. He was not physically strong and the meager diet of lentil gruel at that time did not make us stronger. We often recalled that «trip» in the later times. Perhaps, it was thanks to the hard-won meat that we survived that severe winter. *(M. A. Markov)*

УРОЖАЙ ПО ТРУДОДНЯМ

ФИАНу, как и другим учреждениям, был выделен участок земли под огороды. Работали на нём как сотрудники, так и члены их семей. Огород был коллективным, и участие семей определялось количеством «трудодней», пропорционально которым и делился урожай. От нашей семьи трудились отец и моя двоюродная сестра Светлана. Разумеется, основным продуктом был картофель. Агрономические познания физиков были неважные, да и земля, видимо, плохая. Так что картошку собрали мелкую. Но, разумеется, и это было очень важным подспорьем. (А. И. Франк)

ДОН КИХОТ С МОТЫГОЙ

Приусадебные участки ФИАНа, Физтеха были рядом... И. М. Франк приходил туда с мотыгой, очень напоминал Дон Кихота... Александров приезжал с тачкой. На обратном пути мы укладывали на эту тачку свои инструменты и шли пешком, обсуждая физические проблемы... «Физрев» получали тогда каким-то неведомым путём. С интересом читали сообщения о бетатроне. И. М. Франка это очень интересовало... (М. Г. Мещеряков)

CROP IN WORKDAY UNITS

To FIAN, as to other institutions, there was allocated a plot of land for vegetable gardens. Both employees and members of their families cultivated the gardens. The garden was a collective one and the contribution of the family was determined in the number of workdays in proportion to which the crop was divided between the families. Of the members of our family there worked my father and my cousin Svetlana. Of course, the main product was potatoes. An agricultural knowledge of physicists was far from being deep and apparently, the soil was poor. So the potatoes harvested were small. But even those were of great help. (A. I. Frank)

DON QUIXOT WITH MATTOCK

The vegetable gardens of FIAN and FIZTEKH (Physical and Technological Institute) neighbored each other... I. M. Frank came there carrying a mattock and looked like Don Quixote very much... Aleksandrov came pushing a wheelbarrow. On our way back on foot having put our tools in the wheelbarrow we discussed physical problems. We received «FizRev» (Phys. Rev) then in some mysterious way. With interest we read reports about betatron. It was of much interest for I. M. Frank... (M. G. Mescheryakov)



Элла Абрамовна с сыном Сашей и её сестра Ида Абрамовна с дочерью Светой. Казань. 1943 г.

Ella Abramovna with her son Sasha and her sister Ida Abramova with her daughter Sveta. Kazan. 1943.

ПЕРВАЯ ЗИМА В КАЗАНИ

Физический институт занял крыло одного из этажей Казанского университета. Вся лаборатория, и, думаю, не только она, разместилась в одной большой торцовой комнате. Работали по десять часов в сутки, занимаясь военной тематикой.

Особенно трудной была зима 1941–1942 года. Помещение института отапливалось плохо – температура была близка к нулевой, а иногда даже ниже. Питались, как все, очень скудно, причём у каждого были семьи, требовавшие и забот, и пропитания. Очень велика была физическая нагрузка.

Институт вывез из Москвы почти всё научное оборудование. Мест для его размещения не хватало, и большая часть оставалась в ящиках, загромождавших штабелями коридоры университета. Когда требовалось достать какой-либо прибор (а это было часто), приходилось переставлять множество больших и тяжёлых ящиков – нужное, как всегда, находилось в нижнем. Затем ящики снова заколачивались и взгромождались друг на друга...

В то время мы, конечно, стремились всеми силами помогать фронту, и не только своей работой в лаборатории. Неудивительно, что физически трудоспособная мужская часть института была постоянным участником воскресников: грузили уголь на электростанции, разгружали вагоны и баржи, расчищали от снега посадочную полосу аэропорта и т. д.

Научная жизнь в институте не прерывалась и в то трудное время. Проходили научные семинары, обсуждались и свои идеи, и новинки, узнанные из приходивших с большим опозданием иностранных журналов. (И. М. Франк)



Элла Абрамовна Франк с сыном Сашей. Казань. 1943 г.

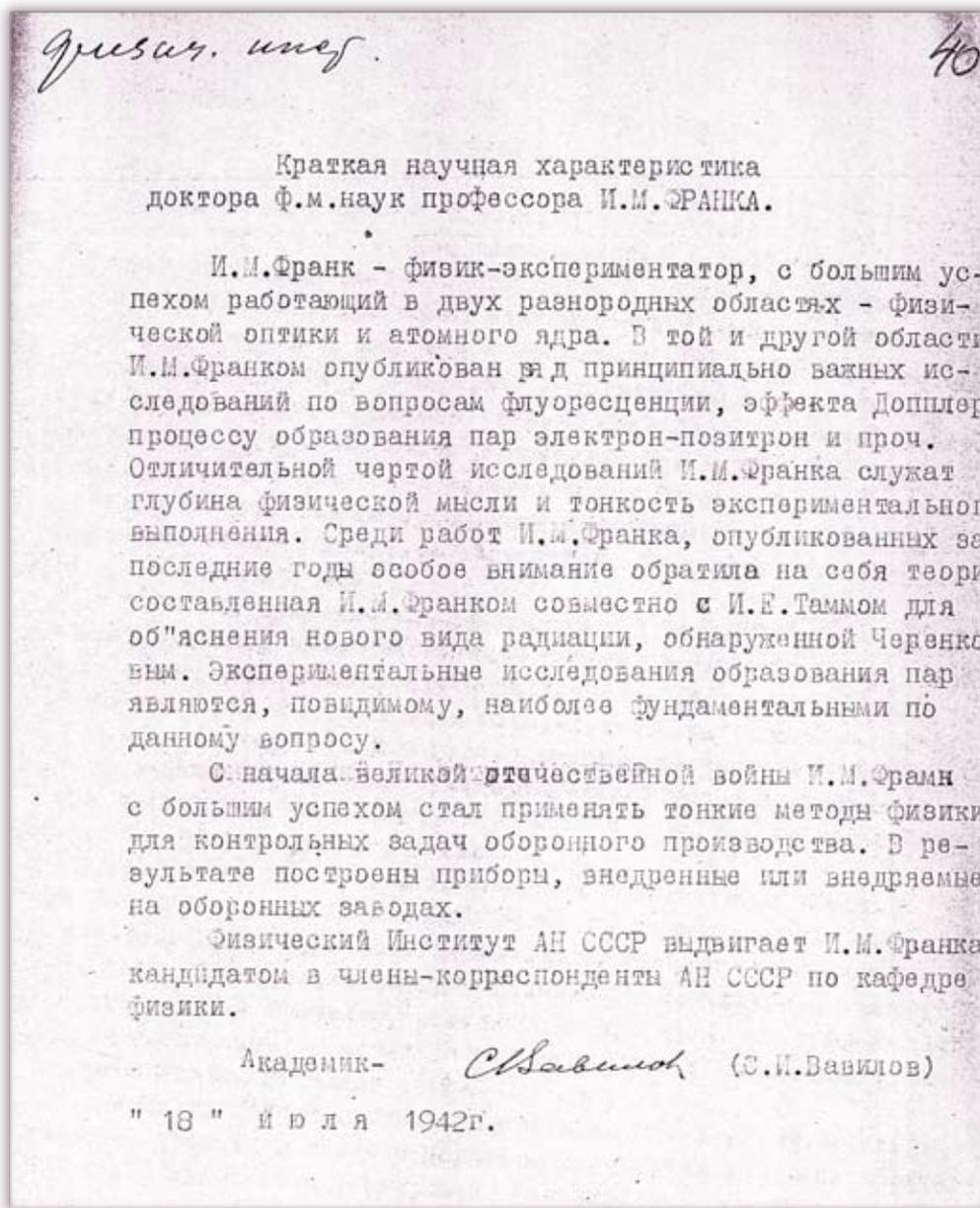
Frank Ella Abramovna with her son Sasha. Kazan. 1943.

FIRST WINTER IN KAZAN

The physical Institute was housed in a wing on one of the floors of Kazan University. The laboratory and, I think, not only it alone occupied a large end room. We worked for ten hours a day engaged in military topics. Most difficult was the winter of 1941–1942. The premises of the University were badly heated and the temperature was close to zero and even dropped below zero at times. Our food, like everybody's, was poor. Besides, everybody had a family that required care and nourishment. The physical load was huge. The Institute took almost all scientific equipment out of Moscow. There was not enough space and most of it remained in boxes piled in the corridors of the University cluttering them up. When we needed an instrument (which was frequent) we had to rearrange a lot of big and heavy boxes and, as usual, the required was in the bottom

one. And again, the boxes were nailed up and put back on top of each other...

At the time, we all strove for helping the front with all might not only by doing our job in the laboratory. No wonder then that the able-bodied male part of the Institute regularly took part in voskresniks (volunteer Sunday work): they loaded coal for power plants, unloaded freight cars and barges, cleared the snow from the landing strip at the airport, etc. The scientific life in the Institute did not interrupt at that difficult time, Scientific seminars were held. Our own ideas and those learned from foreign journals that reached us with great delay were discussed. (I. M. Frank)



**BRIEF SCIENTIFIC
CHARACTERISTIC OF
DOCTOR OF PHYSICAL AND
MATHEMATICAL SCIENCES
PROF. I. M. FRANK**

I. M. Frank is a physicist-experimenter working successfully in two different fields – the physics of optics and the physics of the atomic nucleus. In both of them I. M. Frank fulfilled a number of fundamentally important studies on fluorescence, the Doppler Effect, the electron-proton pair formation process, etc.

A distinctive feature of the investigations performed by I. M. Frank is deep physical thinking and refined experimental realization. Among the works that I. M. Frank published in the recent years, special attention attracts the theory developed in collaboration with I. E. Tamm for explaining the new type of radiation discovered by Cherenkov. Experiments on pair formation are apparently most fundamental with respect to the issue. Since the beginning of the Great Patriotic War I. F. Frank successfully applied subtle methods of physics for the purposes of defense production. As a result, devices that were implemented or are in the process of introduction at defense plants have been constructed.

The Physical Institute of the USSR Academy of Sciences nominates I. M. Frank to be elected Corresponding Member of the USSR Academy of Sciences in the Physics Division

*Academician – (S. I. Vavilov)
18 July 1942.*

**КРАТКАЯ НАУЧНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА
ДОКТОРА ФИЗ.-МАТ. НАУК ПРОФЕССОРА И. М. ФРАНКА**

И. М. Франк – физик-экспериментатор, с большим успехом работающий в двух разнородных областях – физической оптики и атомного ядра. В той и другой области И. М. Франком опубликован ряд принципиально важных исследований по вопросам флуоресценции, эффекта Доплера, процессу образования пар электрон-позитрон и проч.

Отличительной чертой исследований И. М. Франка служат глубина физической мысли и тонкость экспериментального выполнения. Среди работ И. М. Франка, опубликованных за последние годы, особое внимание обратила на себя теория, составленная И. М. Франком совместно с И. Е. Таммом для объяснения нового вида радиации, обнаруженной Черенковым. Экспериментальные исследования образования пар являются, по-видимому, наиболее фундаментальными по данному вопросу.

С начала Великой Отечественной войны И. М. Франк с большим успехом стал применять тонкие методы физики для задач оборонного производства. В результате построены приборы, внедренные или внедряемые на оборонных заводах.

Физический институт АН СССР выдвигает И. М. Франка кандидатом в члены-корреспонденты АН СССР по кафедре физики.

Академик – (С. И. Вавилов) 18 июля 1942 г.



Дом, в котором жили Михаил Людвигович и Елизавета Михайловна Франк в Казани.

The house where Mikhail Ludwigovich and Elizaveta Mikhailovna Frank lived in Kazan.



Элла Абрамовна Франк с сыном Сашей. Казань. 1943 г.

Ella Abramovna Frank with her son Sasha. 1943.

ВМЕСТЕ С СЕМЬЁЙ

Большим облегчением для Ильи Михайловича была близость брата и родителей. Глеб Михайлович также был в Казани. Не знаю, каким образом, но братьям удалось эвакуировать туда и родителей, благодаря чему они избежали ленинградской блокады.

Михаил Людвигович эвакуации не вынес. Он умер в августе 1942 года, и могила его осталась на Арском кладбище в Казани. Тяжело заболела и мама, и эта болезнь явилась причиной её преждевременного ухода в 1960 году. (А. И. Франк)

TOGETHER WITH FAMILY

A great relief for Ilia Mikhailovich was closeness of his brother and parents. Gleb Mikhailovich was in Kazan too. I do not know how but the brothers managed to evacuate their parents to the city, thanks to which they escaped the Leningrad Blockade. Mikhail Ludwigovich did not survive the evacuation. He died in August in 1942 and is buried in the Arskoye Cemetery in Kazan. And my mother became seriously ill at the time and this illness caused her premature death in 1960. (A. I. Frank)



*Елизавета Михайловна, Илья Михайлович и Саша.
1 августа 1943 года.*

*Elizaveta Mikhailovna, Ilya Mikhailovich and Sasha.
August 1, 1943.*



Сотрудники ФИАН после возвращения из Казани. Слева направо. 1-й ряд: В. Л. Гинзбург, Ф. С. Барышанская, И. М. Франк, Л. Л. Бенгуарель, Г. С. Ландсберг, С. Л. Мандельштам; 2-й ряд: С. З. Беленький, К. И. Алексеева, Н. С. Иванова, А. Е. Трефан, Г. П. Мотулевич, Э. Л. Фабелинский, П. А. Черенков, П. А. Бажулин, Кацаурова, В. И. Малышев; 3-й ряд: Б. Л. Белоусов, И. В. Вешнева, Л. Н. Белл, Р. И. Сапегина, Черешнев, Н. А. Добротин, ?, А. А. Шубин, Е. Л. Файнберг, Х. Е. Стерин, М. А. Марков, М. Н. Алентцев, ?, Т. Злобина. Москва. 1943 г.

FIAN employees after returning from Kazan. From left to right. First row: V. L. Ginzburg, F. S. Baryshanskaya, I. M. Frank, L. L. Benguarel, G. S. Landsberg, S. L. Mandelstam. Second row: S. Z. Belenkii, K. I. Alekseeva, N. S. Ivanova, A. E. Trefan, G. P. Motulevich, E. L. Fabelinskii, P. A. Cherenkov, P. A. Bazhulin, Katshaurova, V. I. Malyshev. Third row: B. L. Belousov, I. V. Veshneva, L. N. Bell, R. I. Sapegina, Chereshev, N. A. Dobrotin, ?, A. A. Shubin, E. L. Feinberg, Kh. E. Sterin, M. A. Markov, M. N. Alentsev, ?, T. Zlobina. Moscow. 1943.



ВОЗВРАЩЕНИЕ В МОСКВУ

Наш институт вернулся в Москву осенью 1943-го, и вскоре я оказался в числе тех, кого Игорь Васильевич Курчатов пригласил заниматься работами по атомной проблеме. Для физиков-ядерщиков главное было ещё впереди. С особой остротой встала проблема подготовки кадров. И аудитории Московского университета ещё до окончания войны стали заполнять те, чьи знания были необходимы для решения задачи исключительной важности. (И. М. Франк)

RETURN TO MOSCOW

Our Institute returned to Moscow in autumn in 1943 and soon I found myself among those whom Igor Vasilievich Kurchatov invited to work on the atomic problem. For nuclear physicists, the main was still ahead. The pressing problem was that of training the personnel. And even before the war ended, they, whose knowledge was needed to solve the problem of exceptional importance, started to fill up the lecture halls of Moscow University.

ЗАРЯЖЕННОСТЬ НА ДВИЖЕНИЕ

Илья Михайлович Франк, при внешней неторопливости и консерватизме, сохранял внутреннюю заряженность на движение, устремлённость к свежему и новому, а главное, ему совершенно чужда была потребность в поклонении со стороны окружающих, чуждо было стремление к диктаторству. Ему доставляло удовольствие неформальное общение с сотрудниками и даже с неблизкими людьми. (А. Б. Попов)

CHARGED FOR MOTION

Ilya Mikhailovich Frank with his external slowness and conservatism retained an inner charge for movement, aspiration for fresh and new, and most importantly he was completely alien to the need for worship, alien to the urge towards dictatorship.

He enjoyed informal communication with employees as well as with distant people. (A. B. Popov)



Фронтовое поколение МГУ.

MSU generation of war-veterans

В 1944г. был утвержден ВАК"ом в звании профессора.

Из автобиографии: В 1944 г. был утверждён ВАКом в звании профессора.

From the autobiography: In 1944, approved in the title of professor by VAK (All-Union Certification Commission).



СТУДЕНТЫ-ФРОНТОВИКИ

Мне довелось слушать лекции ведущих учёных, составлявших цвет советской ядерной науки: Д. В. Скобельцына, И. М. Франка, М. А. Маркова, В. И. Векслера, Д. И. Блохинцева, Л. В. Грошева, С. Н. Вернова. Было это летом и осенью 1946 года, когда, демобилизованный из армии в числе других бывших старшекурсников физфака МГУ, я после года работы в качестве инженера по радиолокации снова стал студентом, чтобы специализироваться в области физики ядра. Тогда по приказу И. В. Сталина была срочно организована подготовка физиков-ядерщиков. *(Б. Г. Ерозолимский)*

ДЛЯ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ ПО ЯДЕРНОЙ ФИЗИКЕ

В 1943 году в Московском университете создаётся кафедра ядерной физики для подготовки специалистов по ядерной физике, и Илья Михайлович становится профессором этой кафедры. Для экономии времени на это отделение зачисляются бывшие студенты и выпускники физического факультета, учившиеся ранее по другим специальностям.

Возглавлявший кафедру Дмитрий Владимирович Скобельцын фактически был наделён правом отзыва будущих слушателей из действующей армии. На кафедре Скобельцына Илья Михайлович читал курсы «Стабильные ядра» и «Нейтронная физика». В семейном архиве сохранились тетради с записями конспектов этих курсов. В 1946 году при физическом факультете МГУ организуется «ядерный» институт НИФИ-2 во главе с Д. В. Скобельцыным, где Илья Михайлович начал руководить лабораторией. *(А. И. Франк)*

FOR TRAINING SPECIALISTS IN NUCLEAR PHYSICS

In 1943 in Moscow University the Chair of Nuclear Physics for training specialists in nuclear physics was founded. Ilya Mikhailovich became a professor of the Chair. In order to save time, former students and graduates of the Physical Faculty who earlier specialized in a different field of physics were enrolled in the department. Dmitrii Vladimirovich Skobeltsyn, who became Head of the Chair, was entitled to recall future listeners from the acting army.

For Skobeltsyn's Chair Ilya Mikhailovich read the course on «Stable Nuclei» and on «Neutron Physics». In the family archive some copybooks with the notes related to the lectures are stored. In 1946 under MSU Physical Faculty there was organized the «nuclear» institute NIFI-2 with D. V. Skobeltsyn as Head. Ilya Mikhailovich became Head of Laboratory in the Institute. *(A. I. Frank)*

STUDENTS-WAR VETERANS

I happened to listen to lectures by leading scientists, the prime ones in the Soviet science of nuclear physics: D. V. Skobeltsyn, I. M. Frank, M. A. Markov, V. I. Veksler, D. I. Blokhintsev, L. V. Groshev, S. N. Vernov. In the autumn of 1946 demobilized from the army among other former senior course students of MSU Physical Faculty and having worked as an engineer in radiolocation for a year I became a student again to specialize in the physics of the nucleus. By I. V. Stalin's order training of nuclear physicists was urgently organized. *(B. G. Erozolimskii)*

БЫТЬ ПОЛЕЗНЫМИ ФРОНТУ

В военную пору мы считали главной задачей помогать фронту всеми силами, и в первую очередь делать то, что может быть полезно сию минуту. Но позднее мы убедились: многие работы военных лет оказались ценны и потому, что в них были заложены перспективные идеи, получившие потом развитие. (И. М. Франк)

BE USEFUL FOR FRONT

In the wartime we considered it our main task to help the battle-front as much as we could and in the first place, to do what was useful this very minute. Later, however, we were convinced: many works of the war years proved valuable because they contained promising ideas that received further development. (I. M. Frank)



В 1945 году, в связи с юбилеем Академии наук СССР, я награждён орденом «Знак Почёта» и медалью «За доблестный труд в Великой Отечественной войне». (И. М. Франк)

In 1945, in connection with the anniversary of the USSR Academy of Sciences I was awarded the Order «Badge of Honor» and the medal «For Valiant Labor in the Great Patriotic War». (I. M. Frank)

Праздничный салют в честь Победы
над фашистской Германией. Москва.
9 мая 1945 г.

Festive salute in honor of the victory over
fascist Germany. Moscow.
May 9, 1945.



НАГРАДНОЙ ЛИСТ

1. Фамилия, имя и отчество. **ФРАНК ИЛЬЯ МИХАЙЛОВИЧ**
2. Место работы, должность и ученая степень. **Физический Институт АН СССР**
старший научный сотрудник, доктор физико-математических наук
3. Год рождения. **1908** 4. Национальность. **русский** 5. Партийность. **б/п**
6. С какого времени работает в Академии Наук СССР с **1934** г.
7. Какие правительственные награды имеет
8. Представляется к **Ордену Знак Почета.**
9. Домашний адрес. **3-я Тверская-Ямская, д. 16, кв. 8.**

1. КОНКРЕТНОЕ ИЗЛОЖЕНИЕ ЗАСЛУГ

И. М. Франк – один из крупнейших советских специалистов в области атомного ядра и космических лучей. Наряду с целым рядом крайне интересных и оригинальных по методике оптических работ, И. М. Франк является автором или соавтором в ряде работ из области атомного ядра, получивших широкую известность. Наиболее замечательным, конечно, является предложенное И. М. Франком и развитое затем им, совместно с И. Е. Таммом, в стройную теорию, объяснения интереснейшего явления, наблюдаемого П. А. Черенковым. В настоящее время теория свечения П. А. Черенкова является общепризнанной в мировой науке, решающий шаг в этой работе принадлежит И. М. Франку. Громадная эрудиция, исключительная вдумчивость и экспериментальное мастерство И. М. Франка позволили ему дать целый ряд крайне интересных работ, связанных с прохождением гамма-лучей через вещество.

В годы Отечественной войны, в трудных условиях эвакуации, И. М. Франк все свои силы отдал делу практического использования и дальнейшей разработке методов, позволяющих использовать для целей дефектоскопии оружия и других оборонных объектов, физической методики, применяемой в области атомного ядра. Совместно со своими товарищами, им разработаны и построены несколько

исключительно чувствительных дефектоскопов, переданных в промышленность.

И. М. Франк всегда живо участвовал в общественно-политической жизни Института, принимая активное участие во всех мероприятиях партийных и общественных организаций.

Директор Института
(или руководитель учреждения,
Управления Академии Наук)

23 февраля 1952

И. ЗАКЛЮЧЕНИЕ ВЫШЕСТОЯЩЕГО ОРГАНА
АКАДЕМИИ НАУК СССР

Представить к награждению Орденом
«Знак Почета».

Академик-секретарь Отделения АН
(или Академик-секретарь Академии Наук)

23 февраля 1952

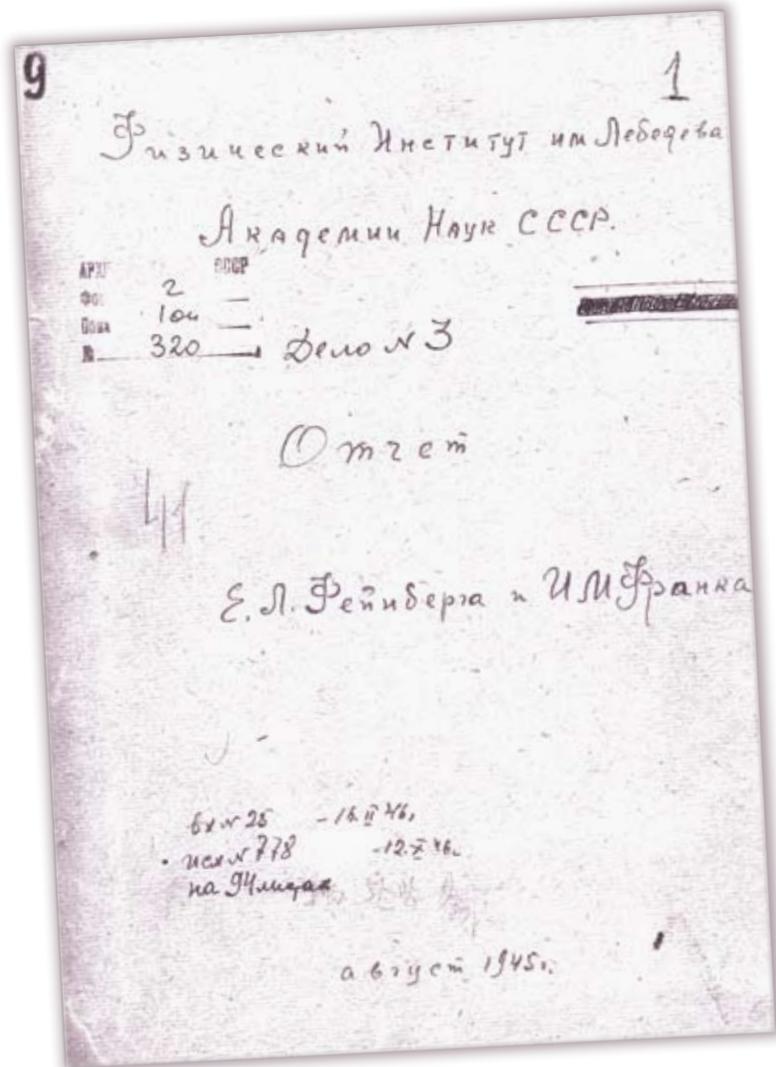
И. ЗАКЛЮЧЕНИЕ ПРЕЗИДЕНТА АКАДЕМИИ
НАУК СССР

Президент Академии Наук СССР
Академик

(В. Л. Комаров)

Наградной лист И. М. Франка
на орден «Знак Почёта».

The award certificate of I. M. Frank
on the Order «Badge of Honor».



4

СОДЕРЖАНИЕ

§ 1. Введение	стр.1
<u>Часть I. Смесь неограниченных размеров</u>	
§ 2. Средний путь нейтрона в уране и в замедлителе между блоками	" 3
⊖ § 3. Условия возникновения эффекта блоков	" 8
⊖ § 4. Вероятность резонансного захвата нейтронов ураном	"12
✓ § 5. Резонансный захват на высших уровнях; блок-эффект второго рода	"24
✓ § 6. Поглощение тепловых нейтронов и оптимальные значения ϵ и λ	"30
<u>Часть II. Крупные блоки</u>	
§ 7. Изолированная пластина в замедляющей среде	"43
§ 8. Система пластин	"53
§ 9. Некоторые замечания о сферической оболочке	"63
<u>Часть III. Дискуссия результатов</u>	
§ 10. Общие замечания	"71
§ 11. Величина χ	"73
§ 12. Величина ϵ	"76
§ 13. Коэффициент мультипликации	"77
§ 14. Влияние деления под действием быстрых нейтронов	"83
§ 15. Заключение	"87

Страницы из научного отчёта Е. Л. Фейнберга и И. М. Франка «О цепном процессе в системе уран-углерод». 1945 г.

ДВА НАПРАВЛЕНИЯ РАБОТЫ

В последние военные годы в научной работе И. М. Франка прослеживаются два направления его деятельности.

Во-первых, он всё больше убеждается в том, что Черенковское излучение является лишь одним из целого ряда явлений, характеризующих взаимодействие движущихся зарядов с преломляющей средой. Интенсивная теоретическая работа в этой области продолжается. В 1944 году выходит его статья о явлении интерференции для радиации Черенкова. В сборнике рефератов о работах Отделения физико-математических наук АН СССР в 1943–1944 гг. есть указание на две новые работы в соавторстве с В. Л. Гинзбургом. Среди них и работа об излучении равномерно движущегося электрона, возникающего при переходе его из одной среды в другую. Журнальная публикация появляется в 1946 году. Эта работа содержала предсказание нового явления, так называемого переходного излучения, не наблюдавшегося ранее на опыте. Его экспериментальное изучение началось лишь спустя много лет после работы Гинзбурга и Франка.

Разумеется, Илья Михайлович продолжал в эти годы и работы по ядерной физике. В 1945 году он публикует статью «Компенсационная камера для анализа состава радиационных препаратов по γ -лучам». (А. И. Франк)

TWO DIRECTIONS OF RESEARCH

In the last war years in the scientific work of I. M. Frank two directions of activity can be traced. First, he was getting more and more convinced in that the Cherenkov radiation was just one of a whole number of phenomena that characterized the interaction between moving charges and a refracting medium. Intense theoretical work in the area continued. In 1944 his article on the phenomenon of interference in the Cherenkov radiation was published. In the Collection of Abstracts of the Physical and Mathematical Department of the USSR Academy for 1943–1944 there is an indication of two new articles co-authored with V. L. Ginzburg. Among them there is an article on the radiation of a uniformly moving electron on transition from one medium to another. The journal publication was in 1946. The work contained the prediction of a new phenomenon, the so-called transition radiation, not observed earlier in the experiment. The effect began to be experimentally studied only many years after the work of Ginzburg and Frank was published. Needless to say that Ilya Mikhailovich also continued his work in nuclear physics. In 1945 he published the article «Compensation Chamber for Analysis of Composition of Radioactive Preparations by Gamma-Rays.» (A. I. Frank)

Существующие данные об эффективных сечениях захвата и деления ядер урана приводят к выводу, что в однородной смеси неразделенных изотопов урана с углеродом вряд ли осуществима цепная реакция. В связи с этим возникла мысль использовать для этой цели неоднородную смесь, в которой уран вводится в углерод в виде блоков конечной величины. Расчеты, выполненные И.И. Гуревичем и И.А. Померанчуком (см. Диссертацию И.И. Гуревича), показывают, что замена однородной смеси урановыми блоками приводит к значительному увеличению φ , т.е. вероятности того, что нейтрон в процессе замедления проочит через полосу резонансного захвата урана. При этом возможность цепного процесса в смеси урана с углеродом уже нельзя считать исключенной.

Теория И.И. Гуревича и И.А. Померанчука развита для случая, когда наличие блоков урана не искажает пространственного распределения плотности нейтронов в углероде. Это имеет место для блоков цилиндрической или сферической формы при их диаметрах много меньших λ_s , т.е. среднего пробега нейтрона в углероде без рассеяния.

Блоки в виде плоских пластин не удовлетворяют этому условию при любой, в три чета и малой их толщине, и поэтому случай пластин вообще не был рассмотрен. При этом авторы теории полагают, что ограничение случаям малых блоков упрощает теорию также и в том отношении, что можно пренебрегать диффузией нейтронов в блоке и рассматривать путь нейтрона в уране всегда как прямолинейный.

Из теории И.И. Гуревича и И.А. Померанчука вытекает, что увеличение диаметра блока приводит к увеличению φ .

иметь поперечные размеры пластин, значительно превышающие, примерно, 20 см.

Из приведенных оценок видно, сколь существенным может быть действие боковых нейтронов. В частности, оно может сильно увеличить оптимальные значения ρ . Однако, при этом следует иметь в виду, что при больших ρ положение осложняется неупругим рассеянием в уране, а при использовании окиси урана — потерей энергии при соударении с ядрами кислорода. (Это последнее обстоятельство может серьезным образом повлиять на блок эффект в сторону ухудшения).

§ 15. Заключение

1. Вышеизложенное рассмотрение подтвердило, что в системе соответствующий уран — углерод резонансный захват $\rho = 1 - \varphi$ в уране может быть сделан весьма малым, если уран используется в форме блоков. При этом для блоков, дающих эффект тени (пластина с размерами много большими λ_s , а также шар или цилиндр радиуса), много больше λ_s , где λ_s длина пробега рассеяния в замедлителе) имеет место некоторое дополнительное снижение захвата на нижнем уровне.
2. Анализ вероятности захвата ураном тепловых нейтронов θ показывает, что эта вероятность при заданном ρ (средний путь нейтрона в блоке при отсутствии поглощения)

The pages from the research report by E. L. Feinberg and I. M. Frank «On the Chain Process in the Uranium-Carbon System». 1945.

ВКЛАД В ФИЗИКУ РЕАКТОРОВ И НЕЙТРОННУЮ ФИЗИКУ

Примерно с 1944 года Илья Михайлович с сотрудниками всё более вовлекается в работы по атомному проекту. В Курчатовской Лаборатории № 2 на Октябрьском поле начинает функционировать семинар по атомной проблеме. И. М. Франк, Л. В. Грошев и Е. Л. Фейнберг участвуют в его работе.

В ФИАНе вместо одной лаборатории атомного ядра, возглавляемой Скобелъцыным, образуется отдел, состоящий из трёх лабораторий. Одну из них возглавил И. М. Франк. В лабораторию пришло новое поколение физиков. Помимо Франка, Грошева и Фейнберга, в ней теперь работают Л. Е. Лазарева, Ф. Л. Шапиро, И. Я. Барит, Л. В. Сухов, И. В. Штраних и другие.

Основным направлением лаборатории Франка становится в это время физика реакторов, а точнее, измерение параметров и констант, необходимых для их создания. Работа над проектом была организована таким образом, что часто одни и те же величины измерялись независимыми группами в разных лабораториях и нередко различными методами. Отчёты об этих работах направлялись И. В. Курчатову.

Напряжённая экспериментальная работа сочеталась с развитием теории. Специалистам известен обзор И. М. Франка и Е. Л. Фейнберга, посвящённый теории размножения нейтронов в гетерогенных системах. Важным результатом было создание теории нестационарного замедления и нестационарной диффузии нейтронов, нашедшей впоследствии широкое применение в фундаментальной и прикладной нейтронной физике. (А. И. Франк)

CONTRIBUTION TO REACTOR PHYSICS AND NEUTRON PHYSICS

From about 1944 Ilia Mikhailovich and colleagues were increasingly involved in the atomic project. In Kurchatov Laboratory No. 2 in Oktyabrskaya Field a seminar on the atomic problem started functioning. I. M. Frank, L. V. Groshev and E. L. Feinberg took part in it. In FIAN in place of the Laboratory of Atomic Nucleus headed by Skobeltsyn a department consisting of three laboratories was formed. One of them was headed by I. M. Frank. A new generation of physicists joined the laboratory. Beside Frank, Groshev and Feinberg there worked L. E. Lazareva, F. L. Shapiro, I. Ya. Barit, L. V. Sukhov, I. V. Shtranikh, and others. In Frank's Laboratory the main direction of research was the physics of reactors or more precisely, measurement of the parameters and constants necessary for their creation. The work on the project was organized in such a way that frequently one and the same parameter was measured by independent groups in different laboratories often using different methods. Reports on the work were sent to I. V. Kurchatov. Intense experimental work was carried out on line with the development of the theory. Specialists know the review of I. M. Frank and E. L. Feinberg devoted to the theory of neutron multiplication in heterogeneous systems. An important result was the development of the theory of nonstationary moderation and nonstationary diffusion of neutrons which in the further, found wide application in fundamental and applied neutron physics. (A. I. Frank)

О Т З Ъ В

о научной деятельности профессора, доктора физико-математических наук Ильи Михайловича ФРАНКА

И.М.Франк принадлежит к молодой школе советских физиков. Характерные черты его научной деятельности: исключительная широта, соединение экспериментального искусства и глубокой, оригинальной теоретической мысли при общей тщательности и осторожности выводов. Первые работы И.М.Франка относятся к проблемам физической оптики (флуоресценция в растворах, фотохимические процессы в газах). В этих исследованиях И.М.Франк показал свое большое умение измерять и проводить физические опыты и вместе с тем тонкое понимание существа явлений (искусство извлекать важные выводы). Некоторые из этих работ (тушение флуоресценции посторонними веществами) обратили на себя большое внимание заграничной, послужили основой других работ и часто цитируются.

В 1933 г. И.М.Франк перешел совсем в другую область - физику атомного ядра. Здесь он приступил к весьма трудной проблеме - всестороннему экспериментальному изучению процесса образования пары: электрон-позитрон под действием гамма-лучей. Эта работа, законченная И.М.Франком вместе с Л.В.Грошевым является наиболее обширным и исчерпывающим исследованием интереснейшего вопроса превращения фотонов в вещество. Измерения И.М.Франка и Л.В.Грошева полностью подтвердили формальную теорию Дирака.

Опираясь на свое глубокое знание и понимание физической оптики, И.М.Франк усмотрел правильно сущность нового явления, обнаруженного П.А.Черенковым при прохождении гамма-фотонов через жидкие и твердые тела. В теории, развитой И.Э.Таммом и И.М.Франком было показано, что видимое свечение, возникающее при этом, есть результат появления электронов, движущихся со скоростями, превышающими фазовую скорость света в данной среде. За эту работу И.М.Франк, совместно со мною, И.Э.Таммом и П.А.Черенковым получил Сталинскую премию первой степени.

Анализ связанных с этим явлений, привел далее И.М.Франка к интересному обобщению явления Доплера для случая движения источника в среде с аномальной дисперсией. Доплеровское смещение принимает, как показал Франк, при этом совершенно своеобразный, сложный характер, монохроматическое излучение превращается в сложный спектр.

В новой работе 1946 г. совместно с В.Л.Гиназбургом И.М.Франк дает теорию нового оптического эффекта, который должен происходить при переходе электрона на вакуум в металл.

Перед войной И.М.Франком вместе с Н.Ивановой была закончена

В ТЕСНОМ КОНТАКТЕ С КУРЧАТОВЫМ

В конце войны и первые послевоенные годы работа моя и ряда моих сотрудников в ФИАНе была сосредоточена на исследованиях по физике реакторов, проводившихся в тесном контакте с И. В. Курчатовым. Эти исследования были частично опубликованы только через несколько лет. За работы по физике реакторов и по исследованию ядерных реакций легчайших ядер, также выполнявшихся по специальному заданию правительства, был награжден орденами и Государственной (Сталинской) премией 1953 года. Моё участие в работах по созданию в 1946 году первого советского уран-графитового реактора впоследствии было отмечено Почётной грамотой.

С исследований по физике реакторов началась моя специализация в области нейтронной физики, ставшая существенной в последующие годы.
(И. М. Франк)

большая работа по устройству автоматической камеры Вильсона для регистрации тяжелых частиц. Камера потребовала преодоления очень больших экспериментальных трудностей. Война и эвакуация Физического Института преврала эту важную работу.

Во время войны И.М.Франк переключил свою деятельность на решение задач, необходимых для обороны. Под его руководством и при непосредственном самом активном участии были разработаны приборы для быстрого установления дефектов некоторых ответственных деталей важных оборонных объектов. Приборы основаны на использовании методов физики атомного ядра и в них применены новые остроумные принципы, предложенные И.М.Франком. Приборы внедрены на заводы оборонной промышленности.

За последние годы И.М.Франк получил важные результаты в связи с вопросами использования атомной энергии.

Важные результаты, достигнутые И.М.Франком, редкая широта знаний его, соединенная с осторожностью и тщательностью, дали полное основание выдвинуть И.М.Франка кандидатом в члены-корреспонденты Академии Наук СССР по разделу экспериментальной физики.

Академик

С.И.Вавилов /С.И.Вавилов/

"17" июня 1946 г.

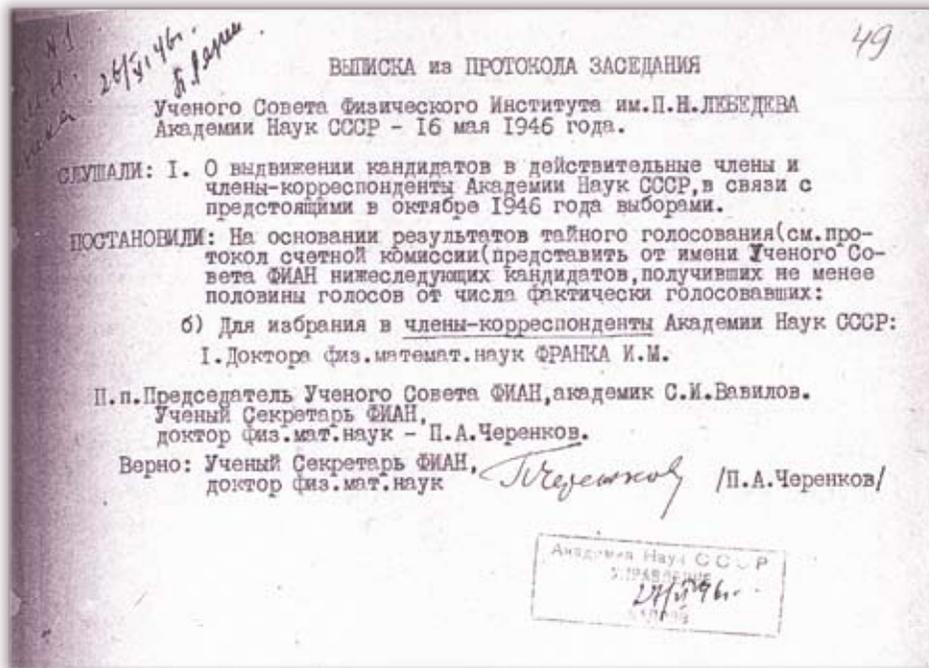
Отзыв о научной деятельности профессора, доктора физико-математических наук И. М. Франка, написанный С. И. Вавиловым. 1946 г.

Review of the scientific activity of I. M. Frank, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, written by S. I. Vavilov, 1946.

IN CLOSE CONTACT WITH KURCHATOV

At the end of the war and in the first post-war years, my colleagues in FIAN and I concentrated on the research in the field of the physics of reactors which was carried out in close contact with I. V. Kurchatov. The investigations were partially published only a few years later. For the work in the physics of reactors and investigation of nuclear reactions of lightest nuclei, also carried out in the framework of a special task set by the government, I was awarded governmental orders and granted the State (Stalin's) prize for 1953. My participation in the creation of the first Soviet uranium-graphite reactor in 1946 was later marked with a Certificate of Honor.

The research in reactor physics put the beginning of my specialization in the field of neutron physics which would become important in the years to follow.
(I. M. Frank)



Выписка из протокола заседания Ученого совета Физического Института имени П. Н. Лебедева АН СССР от 16 мая 1946 г. о выдвижении И. М. Франка в члены-корреспонденты АН СССР.

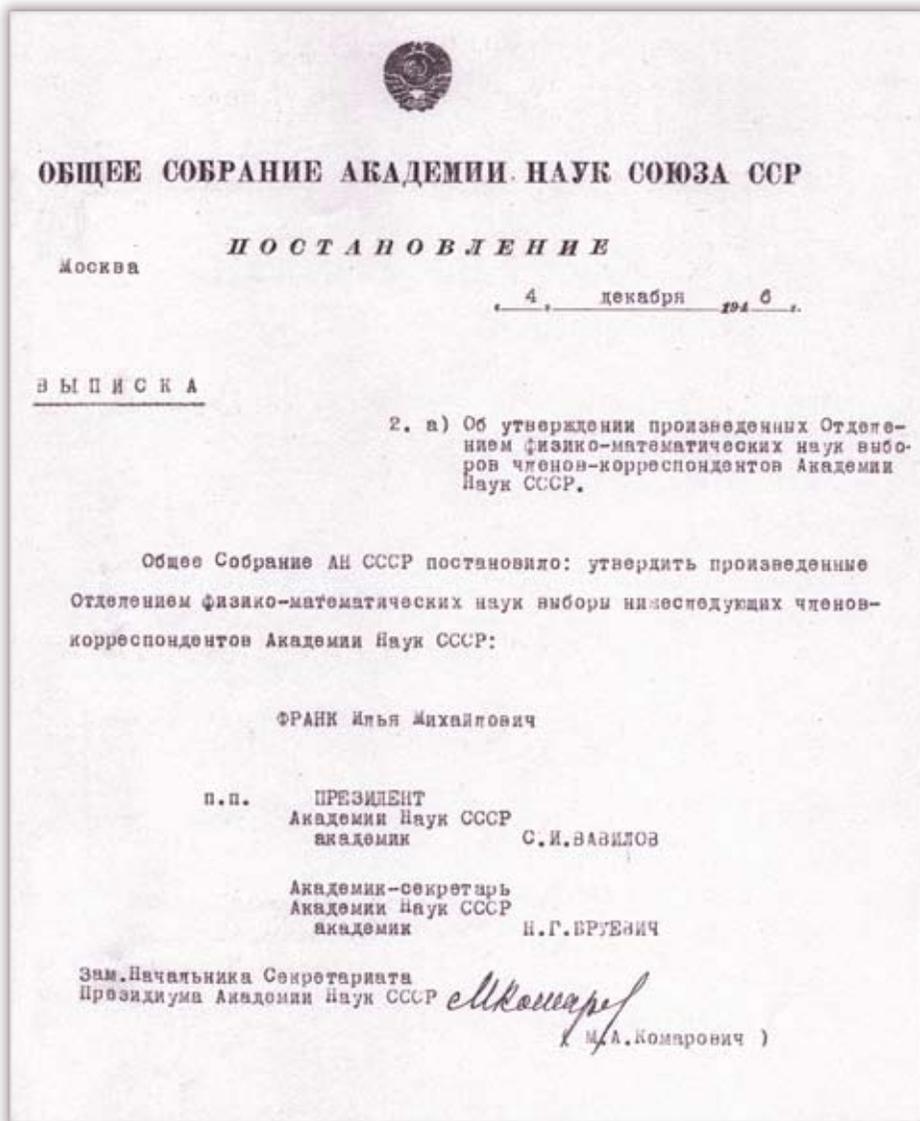
The extract from the Protocol of the meeting of the Scientific Council of the USSR Academy of Sciences on nominating I. M. Frank for being elected Corresponding Member of the USSR Academy of Sciences as of May 18, 1946.

В 1946 году Илья Михайлович Франк был избран членом-корреспондентом АН СССР.

В этом же году ему была присуждена Сталинская премия за открытие и исследование излучения электронов при движении их в веществе со сверхсветовой скоростью совместно с С. И. Вавиловым, И. Е. Таммом и П. А. Черенковым.

In 1946 Ilya Mikhailovich Frank was elected Corresponding Member of the USSR Academy of Sciences.

The same year he shared the Stalin Prize granted for the discovery and study of the radiation of electrons in the course of their motion in matter with a velocity higher than that of light with S. I. Vavilov, I. E. Tamm, and P. A. Cherenkov.



Постановление общего собрания АН СССР об избрании И. М. Франка членом-корреспондентом Академии наук СССР.

The resolution of the general meeting of the USSR Academy of Sciences on the election Corresponding Member of the USSR Academy of Sciences of I. M. Frank.



ЛАБОРАТОРИЯ ФРАНКА В ФИАНЕ

1946 год явился для Ильи Михайловича годом признания и новых проблем. Он стал лауреатом премии, ныне называемой Государственной Премией I степени, за открытие и объяснение природы излучения Вавилова-Черенкова; был избран в члены-корреспонденты Академии наук и стал основателем и руководителем лаборатории в Физическом институте АН СССР. Эта лаборатория была образована 1 апреля 1946 года, когда ядерно-физический отдел Д. В. Скобельцына в ФИАНе был разделён на три лаборатории: И. М. Франка, Н. А. Добротина и В. И. Векслера.

Лаборатория И. М. Франка просуществовала в ФИАНе до 1 января 1971 г, когда на основе трёх лабораторий ФИАНа – атомного ядра, фотоядерных реакций и нейтрино – был организован Институт ядерных исследований (ИЯИ) АН СССР.

В 1946 году основные направления работы лаборатории И. М. Франка определялись необходимостью решения «атомной проблемы», а конкретно – определения микроскопических характеристик процессов деления ядер и взаимодействия нейтронов с ядрами, макроскопических параметров ядерных реакторов, исследований реакций с легчайшими ядрами (таких как взаимодействие нейтронов с литием, дейтронов с дейтерием, дейтронов с тритием).

Никаких экспериментальных средств в вновь образованной лаборатории не было, за исключением того, что ФИАН обладал самым мощным в Союзе радиевым источником. Кроме этого, не было фактически ничего. В момент образования в состав лаборатории входили, включая руководителя, пять научных сотрудников, к концу года – пятнадцать, среди которых – специалист по радиоэлектронике и ещё три инженерно-технических работника. К концу 1949 году в лаборатории работало уже 25 сотрудников. (Б. А. Бенецкий)

LABORATORY OF FRANK IN FIAN

The year of 1946 was a year of recognition and new challenges for Ilia Mikhailovich. He became a laureate of the Prize, now called the State Prize of the 1st degree, for the discovery and interpretation of the nature of the Vavilov-Cherenkov radiation, was elected Corresponding Member of the USSR Academy of Sciences, and became the founder and head of a laboratory in the Physical Institute of the USSR Academy of Sciences. The laboratory was organized on April 1, 1946 when the Nuclear Physics Department in FIAN headed by D. V. Skobeltsyn was divided into three laboratories with I. M. Frank, N. A. Dobrotin and V. I. Veksler as heads. The Laboratory of I. M. Frank existed in FIAN till January 1, 1971 when the Institute of Nuclear Investigations (INI) of the USSR Academy of Sciences was set up on the basis of the three laboratories, i. e., the laboratory of atomic nucleus, of photonuclear reactions and that of neutrino. In 1946 the main directions of research in the Laboratory of I. M. Frank were determined by the necessity of solving the «atomic problem», in particular, to conduct measurements of the microscopic characteristics of the process of nuclear fission, of the interaction between neutrons and nuclei, of the macroscopic parameters of nuclear reactors, and to perform investigations of reactions with lightest nuclei (such as the reaction of neutrons with lithium, of deuterons with deuterium, and of deuterons with tritium). No experimental means were available in the Laboratory except that FIAN possessed the most powerful radium source in the USSR. Besides the source there was practically nothing. At the time of formation, the laboratory had five researchers including the leader. By the end of the year, there were fifteen employees including a specialist in radioelectronics and three engineers. By the end of 1949, there were already 25 employees. (B. A. Benetski)



Илья Михайлович Франк
с Клавдией Дивильковской.
Капустник в ФИАНе, 1947 г.

*Ilia Mikhailovich Frank and
Klavdiya Divelkovskaya. Kapustnik
(amateur concert party) in FIAN,
1947.*



Слева направо: стоят – Л. Лазарева, О. Н. Вавилов, И. М. Франк, В. А. Хволес, Е. Л. Фейнберг, С. М. Беленький, И. Л. Фабелинский, ?, С. Н. Вернов, Ю. Т. Зацепин, В. Короткова, ?, С. А. Азимов; сидят – Ф. Жолио-Кюри, П. Оже, И. Жолио-Кюри, И. Е. Тамм, Д. В. Скобельцын. ФИАН, 1946 г.

From left to right: standing – L. Lazareva, O. N. Vavilov, I. M. Frank, V. A. Khvoles, E. L. Feinberg, S. M. Belenkii, I. L. Fabelinskii, ?, S. N. Vernov, Yu. T. Zatsepin, V. Korotkova, ?, S. A. Azimov; sitting – F. Joliot-Curie, P. Auger, I. Joliot-Curie, I. E. Tamm, D. V. Skobeltsyn. FIAN, 1946.

ПЛОДОТВОРНЫЕ ПОСЛЕВОЕННЫЕ

Тематика работ, проводимых под руководством И. М. Франка, в послевоенное время не исчерпывалась потребностями только атомного проекта. Известно, что в обеих лабораториях Франка, в ФИАНе и НИФИ-2, в конце 40-х годов были созданы две управляемые камеры Вильсона, предназначенные для исследований, которые, в отличие от прикладных, мы сегодня назвали бы фундаментальными.

В НИФИ-2 эту работу вёл И. С. Шапиро, а в ФИАНе – его друг и однофамилец Ф. Л. Шапиро.

Послевоенные годы были весьма продуктивны и для Франка-теоретика. В 1946 году выходит работа, выполненная совместно с В. Л. Гинзбургом, о переходном излучении, ставшая впоследствии знаменитой.

В 1947 году появляются работы Гинзбурга и Франка об эффекте Доплера при сверхсветовой скорости и об излучении электрона и атома, движущегося по оси канала в плотной среде.

В 1952 году Илья Михайлович публикует работу «Излучение Черенкова для мультиполей». (А. И. Франк)

FRUITFUL POST-WAR YEARS

The subject-matter of the research conducted under leadership of I. M. Frank was not confined to the needs of the atomic project alone. It is known that in the late 1940's in his two laboratories, in FIAN and in NIFI-2, two controllable Wilson chambers for the research which today, we would call fundamental rather than applied, were designed and constructed. In NIFI-2 the work was carried out by I. S. Shapiro and in FIAN it was done by his friend and namesake, F. L. Shapiro.

The post-war years were quite fruitful for Frank as a theoretician. In 1946, he co-authored with V. L. Ginzburg the publication of the work on transition radiation that later became famous.

In 1947 there appear the works of Ginzburg and Frank devoted to the Doppler Effect at velocities higher than that of light and to the radiation of the electron or atom moving along the axis of the channel in dense matter.

In 1952 Ilya Mikhailovich published the work «Cherenkov Radiation for Multipoles». (A. I. Frank)



Илья Михайлович Франк.

Ilya Mikhailovich Frank

В АТОМНОМ ПРОЕКТЕ

Ещё до середины 40-х годов, когда И. М. Франк привлекается к работам по решению атомной проблемы, он занимался некоторыми ядерными исследованиями. Но основным направлением его работ ядерная физика стала в конце войны и первые послевоенные годы. Работы по физике реакторов и исследованию ядерных реакций легчайших ядер проводились в тесном контакте с И. В. Курчатовым.

В мае 1944 года заместитель Председателя СНК СССР М. Г. Первухин обратился к И. В. Сталину с запиской «О проблеме урана», в которой он 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.

После переговоров начальника Лаборатории № 2 И. В. Курчатова с Д. В. Скобельцыным, В. И. Векслером и И. М. Франком в план Лаборатории атомного ядра ФИАН был включён ряд новых тем,

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

15 мая 1945 года Государственный комитет обороны (ГКО) утвердил «План научно-исследовательских работ Лаборатории № 2 АН СССР по проблеме на 1945 г.» 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.

ФИАНу было поручено выполнить научно-исследовательские работы по тематике, согласованной с Лабораторией № 2. Перед коллективом Лаборатории атомного ядра ФИАНа были поставлены научные задачи, которые потребовали участия как теоретиков, так и экспериментаторов: разработка метода вычисления и экспериментального определения физических характеристик уран-графитовых реакторов с целью выбора оптимальных размеров, формы и расположения урановых блоков в активной зоне реактора; изучение влияния водяного охлаждения блоков в реакторе на коэффициент мультипликации нейтронов; возможные способы повышения коэффициента мультипликации реактора.

Уже в сентябре 1945 г. в отчёте «Общие условия работы атомного котла» при анализе условий работы ядерного реактора И. В. Курчатов отмечал: «Резонансное поглощение вычислялось по формулам, выведенным сотрудниками Физического института Академии наук проф. Франком и Фейнбергом, распространившим в 1945 году теорию Померанчука и Гуревича на блоки любых размеров. [...]». 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.

Участие учёных ФИАН отмечалось и в докладе Первого Главного Управления (ПГУ) И. В. Сталину «О состоянии работ по получению и использованию атомной энергии» от 17 января 1946 г.: «Сотрудники института член-корреспондент Скобельцын, профессор Франк, профессор Грошев участвуют в работах по расчётам атомных котлов и в исследованиях в области поглощения нейтронов».

В течение 1945–1946 гг. в Лабораторию № 2 ФИАН направил ряд научных отчётов о проделанной работе. В конце 1945 года был представлен 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. М. Березанская)

ON ATOMIC PROJECT

Even before the mid-40's, when he was drawn in the solution of the atomic problem, I. M. Frank had been engaged in nuclear research. Nuclear physics, however, became the main direction of his work at the end of the war and in the post-war year. The work in the physics of reactors and investigations on the nuclear reactions of the lightest nuclei were conducted in close contact with S. I. Vavilov.

In May 1944, the SNK SSSR Deputy Chairman M. G. Pervukhin (SNK SSSR – Russian acronym for Council of People Commissars, USSR) turned to I. V. Stalin with the position paper «On the Problem of Uranium», in which he suggested that additional force of physicists engaged in problems close to the uranium problem, for example, Prof. D. V. Skobeltsyn with a group of young scientists from the Physical Institute of the Academy of Sciences should be involved in the work of Laboratory № 2

After negotiations between the head of Laboratory № 2, I. V. Kurchatov, and D. V. Skobeltsyn, V. I. Veksler, I. M. Frank several new research themes were included in the scientific plan of the Laboratory of Atomic Nucleus, FIAN and in the middle of 1944 there was organized a research group which began experimental and theoretical studies into nuclear reactors, primarily uranium graphite ones, in parallel with the work conducted in Laboratory № 2.

On May 15, 1945 the State Defense Committee (GKO) approved the «Plan of Scientific-Research Work on the Problem at Laboratory № 2 for 1945 and ordered Acad. I. V. Kurchatov to develop draft designs of the uranium-graphite and of the heavy-water reactor in 1945 as well as to prepare a working plan for creation of the first atomic bomb.

FIAN was entrusted with scientific work on the research themes agreed with Laboratory № 2. The collective of the Laboratory of Atomic Nucleus, FIAN faced the research tasks that required participation of both theoreticians and experimenters: elaboration of the methods of calculation and experimental determination of the physical characteristics of the uranium-graphite reactor aimed at finding an optimal size, shape and arrangement of uranium blocks in the active zone of the reactor; investigations into the effect of water cooling of the blocks in the reactor on the coefficient of neutron multiplication, as well into possible ways of increasing the multiplication coefficient of the reactor.

Already in September 1945 in the report «General Conditions of Operation of Atomic Reactor» I. V. Kurchatov noted: «Resonance absorption was calculated by the formulas deduced by the employees of the Physical Institute of the USSR Academy of Sciences, Prof. Frank and Feinberg, who extended the theory of Pomeranchuk and Gurevich to blocks of any size

4

СОДЕРЖАНИЕ

§ 1. Введение	стр.1
Часть I. Смесь неограниченных размеров	
§ 2. Средний путь нейтрона в уране и в замедлителе между блоками	" 3
⊖ § 3. Условия возникновения эффекта блоков	" 8
⊖ § 4. Вероятность резонансного захвата нейтронов ураном	"12
✓ § 5. Резонансный захват на высших уровнях блок-объект второго рода	"24
✓ § 6. Поглощение тепловых нейтронов и оптимальные значения ϵ и λ	"30
Часть II. Крупные блоки	
§ 7. Изолированная пластина в замедляющей среде	"43
§ 8. Система пластин	"53
§ 9. Некоторые замечания о сферической оболочке	"63
Часть III. Дискуссия результатов	
§ 10. Общие замечания	"71
§ 11. Величина η	"72
§ 12. Величина ϵ	"76
§ 13. Коэффициент мультипликации	"77
§ 14. Влияние телесия под действием быстрых нейтронов	"83
§ 15. Заключение	"87

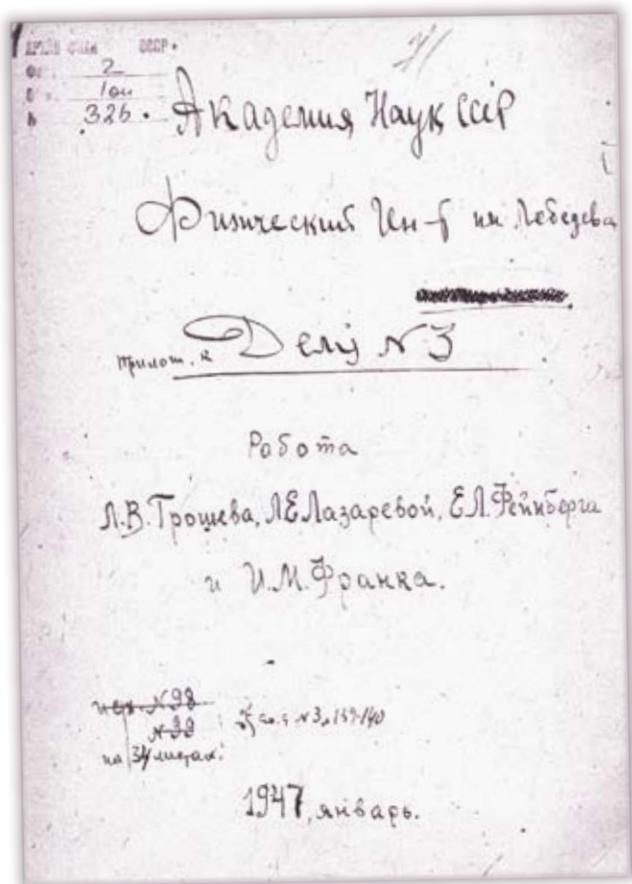
Содержание научно-технического отчёта Е. Л. Фейнберга и И. М. Франка «О цепном процессе в системе уран-углерод». 1945 г.

The contents of the scientific and technical report «On the Chain Process in the Uranium-Carbon System» by E. L. Feinberg and (I. M. Frank). 1945.

in 1945. [...]». From the document it follows that the research results of I. M. Frank and E. L. Feinberg were used in the calculation of the first uranium-graphite reactors developed in Laboratory № 2.

The participation of the FIAN scientists was noted in the report «On the State of the Work on Generation and Use of Atomic Power» as of January 17, 1946 which was made to I. V. Stalin by the First Main Administrative Department (PGU): «The employees of the Institute, Corresponding Member Skobeltsyn, Professor Frank, Professor Groshev, take part in the calculation of atomic reactors and in the studies in the field of neutron absorption.»

In the course of the 1945–1946 years FIAN sent to Laboratory № 2 a number of scientific reports on the work that was carried out. At the end of 1945, there was sent the report «On the Chain Process in the Uranium-Carbon System» which summarized the results of the research conducted by E. L. Feinberg and I. M. Frank in 1944–1945. (V. M. Berezanskaya)



Страницы из научного отчёта Л. В. Грошева, Л. Е. Лазаревой, Е. Л. Фейнберга и И. М. Франка по теме «Возможный способ повышения коэффициента мультипликации уранового котла». 1947 г.

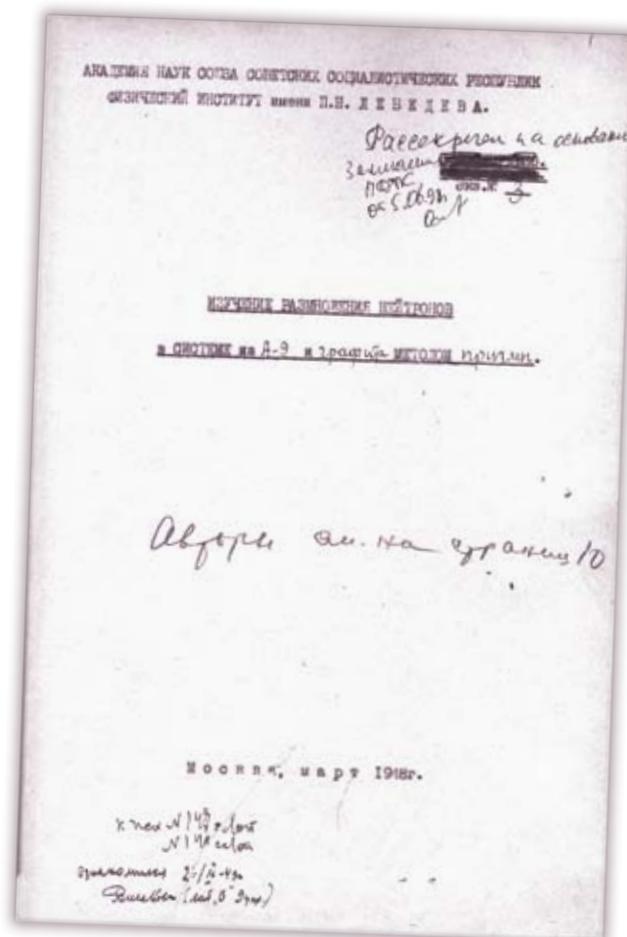
The pages from the research report on «A Possible Way to Increase the Multiplication Coefficient of a Uranium Reactor» by L. V. Groshev, L. E. Lazareva, E. L. Feinberg, and I. M. Frank». 1947.

УРАНОВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

В течение 1944–1948 гг. И. М. Франк с сотрудниками Лаборатории атомного ядра осуществил широкие теоретические и экспериментальные исследования размножения нейтронов в гетерогенных уран-графитовых системах, которые помогли понять и уточнить основные закономерности переноса нейтронов в ядерных реакторах, в частности они позволили с высокой точностью определить критический размер и коэффициент размножения нейтронов в бесконечной системе и изучить зависимость от свойств уран-графитовой решётки.

В решении НТС по отчёту С. И. Вавилова отмечено одобрение результатов работы Лаборатории атомного ядра ФИАНа, касающихся исследования физических характеристик уран-графитовых реакторов, и их важность для Лаборатории № 2. Эти работы помогли И. В. Курчатову и его помощникам обеспечить безопасный пуск и эксплуатацию уран-графитовых реакторов.

И. М. Франк и сотрудники его Лаборатории атомного ядра своими теоретическими и экспериментальными разработками внесли существенный вклад в создание и атомной, и водородной бомбы. (В. М. Березанская)



Страницы из засекреченного научного отчёта «Изучение размножения нейтронов в системе из А-9 и графита методом призмы». 1948 г.

The pages from the classified as secret scientific report «Investigation of Neutron Multiplication in the System A-9 and graphite using the prism method». 1948.

URANIUM INVESTIGATIONS

In 1944–1948 I. M. Frank and colleagues from the Laboratory of Atomic Nucleus conducted extensive theoretical and experimental research of neutron multiplication in heterogeneous uranium-graphite systems, which enabled understanding and clarification of basic laws of neutron transfer in nuclear reactors in particular, they allowed highly accurate determination of the critical size and coefficient of neutron multiplication in an infinite system and the study of the dependence on the properties of the uranium-graphite lattice.

The resolution of the Scientific and Technical Council on the report of S. I. Vavilov expresses approval of the results of the work carried out by the Laboratory of Atomic Nucleus, FIAN in the direction of studying the physical characteristics of uranium-graphite reactors and emphasizes their importance for Laboratory № 2.

The work helped I. V. Kurchatov and his assistants to secure safe startup and operation of uranium-graphite reactors.

I. M. Frank and colleagues from his Laboratory of Atomic Nucleus with their theoretical and experimental studies made a great contribution to the creation of the atomic and the hydrogen bomb. (В. М. Березанская)

**ПИСЬМО Ю. Б. ХАРИТОНА И И. В. КУРЧАТОВА
Б. Л. ВАННИКОВУ О ЗАСЕДАНИИ СОВЕТА ПРИ
ЛАБОРАТОРИИ № 2 АН СССР**

21 января 1949 г.

Сов. секретно (Особая папка)

Товарищу Ванникову Б. Л.

2 декабря 1948 г. на заседании Совета при Лаборатории № 2 АН СССР рассматривался вопрос о работах по теории изделий на основе тяжёлого водорода. Совет заслушал и обсудил доклады групп тт. Зельдовича Я. Б. и Тамма И. Е.

[...] Для обеспечения нормального развития работ по изделиям на основе дейтерия считаем необходимым провести следующие мероприятия.

1. Сконцентрировать группу т. Тамма на разработке предложения т. Сахарова, в связи с чем необходимо внести в Правительство предложение об изменении плана работ ФИАН на 1949 г., утверждённого Постановлением Совета Министров от 10 июня 1948 года. Поручить ФИАН, а именно группе Франка И. М., проведение экспериментальных работ по изучению размножения нейтронов в системе тяжёлая вода – А-9. Обязать ФИАН считать эту работу основной задачей института, освободить группу Франка от других заданий и, если нужно, усилить группу Франка за счёт других отделов института. [...]

**ПОСТАНОВЛЕНИЕ СМ СССР № 827-303 СС/ОП
«О РАБОТАХ ПО СОЗДАНИЮ РДС-6»**

г. Москва, Кремль, 26 февраля 1950 г.

Совет Министров Союза ССР ПОСТАНОВЛЯЕТ:

1. Обязать Первое главное управление при Совете Министров СССР, Лабораторию № 2 АН СССР и КБ-11 организовать расчетно-теоретические, экспериментальные и конструкторские работы по созданию изделий РДС-6С и РДС-6Т, в первую очередь изделия РДС-6С с добавкой иттрия, тритиловым эквивалентом 1000000 т и весом изделия до 5 т.

[...] 12. Обязать Физический институт АН СССР (тт. Вавилова и Франка) провести следующие исследования ядерных процессов в 1950–1951 гг. по заданиям КБ-11:

а) определение сечения деления олова нейтронами с энергией 14 мегавольт с точностью $\pm 20\%$. Срок исполнения – не позднее 1 июня 1950 г.;

б) определение числа нейтронов, образующихся при делении олова 14-мегавольтными нейтронами. Срок исполнения – I кв. 1951 г.;

в) определение числа делений олова, числа образующихся ядер «130» и числа захватов нейтронов оловом с образованием олова-119 для 14-мегавольтных нейтронов DD-реакции, попадающих в модель многослойного заряда. Срок исполнения – не позднее 3–4 месяцев после получения многослойного заряда. [...]

*Председатель Совета Министров
Союза ССР И. Сталин.*

**THE LETTER OF YU. B. KHARITON AND
I. V. KURCHATOV TO B. L. VANNIKOV ABOUT THE
SESSION OF THE COUNCIL AT LABORATORY № 2,
USSR AC. SCI.**

January 21, 1949

Top secret (special file)

To comrade Vannikov B. L.

On December 2, 1948 the session of the Council at Laboratory № 2, USSR Ac. Sci considered the issue of the work on the theory of the product on the basis of heavy hydrogen (deuterium). The Council listened to and conducted discussions on the reports presented by Ya. B. Zeldovich's and I. E. Tamm's groups.

[...] In order to ensure normal development of the work on the deuterium-based product the following measures should be taken.

1. Tamm's group should concentrate on the development of the idea advanced by comrade Sakharov, which requires applying to the Government in order that it allowed introducing changes in the FIAN research plan for 1949 approved by the resolution of the Cabinet of Ministers (SM) as of June 10, 1948.

Commission FIAN and namely, the group of I. M. Frank to carry out experiments to study neutron multiplication in the system heavy water-A-9. Oblige FIAN to consider the work as the chief task of the Institute, free Frank's group from other tasks and if necessary reinforce the group at the expense of other departments of the Institute. [...]

**RESOLUTION OF THE USSR CABINET OF
MINISTERS № 827-303 TS/SF
«ON THE WORK TO CREATE RDS-6»**

Moscow, Kremlin, 26 February 1950.

The USSR Cabinet of Ministers DECREES:

1. Oblige the First Main Administrative Department at the Cabinet of Ministers of the USSR, Laboratory № 2 of the USSR Ac. Sci., and KB-11 (Design Bureau-11) to organize theoretical calculation, experimental, and design work to create the products RDS-6S and RDS-6T and in the first turn, the product RDS-6S with yttrium additive to be equivalent to 1000000 TNT and have the weight below 5 tons.

[...] 12. Oblige the Physical Institute of the USSR Academy of Sciences (comrades Vavilov and Frank) to conduct the following studies of nuclear processes following the instructions of KB-11 in 1950–1951:

a) determination of the cross-section of Sn fission induced by 14 MV neutrons with a precision of $\pm 20\%$. Time of performance – not later than June 1, 1950;

b) determination of the number of neutrons formed in the 14 MV neutron-induced Sn fission. Time of performance – I quarter, 1951;

c) determination of the number of fission events in Sn, of the number of «130» nuclei formed, and the number of neutron capture events in Sn resulting in the formation of Sn-119 for 14 MV neutrons of the DD-reaction entering the multilayer charge model. The time of performance – not later than in 3–4 months after a multilayer charge is obtained [...].

*Chairman Cabinet of Ministers
The Union SSR I. Stalin.*



*Саша Франк в комнате на 2-й Тверской-Ямской.
30 декабря 1944 г.*

*Frank Sasha in the room in Tverskaya-Yamskaya Street.
December 30, 1944.*

НОВЫЕ ОБСТОЯТЕЛЬСТВА ЖИЗНИ

Что касается обстоятельств жизни Ильи Михайловича, то они в это время существенно изменились. В 1946 году он был избран членом-корреспондентом Академии наук.

В 1947 году отец получил отдельную двухкомнатную квартиру в новом доме на Можайском шоссе, и мы покинули коммунальную квартиру на Миуссах. В новой квартире мы поселились вчетвером: туда же переехала моя бабушка Елизавета Михайловна, прожившая в нашей семье до конца жизни.

Добираться в ФИАН пешком отец теперь не мог, и примерно в это время у него появилась персональная машина – «эмка». Появились и другие атрибуты привилегированного быта. Статус члена-корреспондента давал возможность получать улучшенный продуктовый паёк, что в то время было немаловажно.

Хорошо помню, как отец привёз такой паёк нам домой на Можайку (наверное, это было в первый раз), и мы с мамой с восторгом доставали из довольно внушительного пакета всяческие яства, среди которых были до того невиданные мною сосиски. Мне кажется, что, наряду с радостью по поводу хорошего питания для семьи, отец был несколько смущён внезапно появившимся достатком. Помимо пищи телесной, открылся почти неограниченный доступ к книжным новинкам. Этой возможности родители были рады, и с годами дома была собрана прекрасная библиотека. Позже, когда я учился в школе, многие мои одноклассники ею пользовались, а мама с удовольствием исполняла роль библиотекаря. Мои друзья и поныне с благодарностью это вспоминают. (А. И. Франк)

NEW CIRCUMSTANCES OF LIFE

As for the circumstances of the life of Ilya Mikhailovich at that time they changed considerably. In 1946 Ilya Mikhailovich was elected Corresponding-Member of the Academy of Sciences. In 1947 my father was provided with a two-room flat in Mozhaiskoe Shosse and we moved there from the room in the shared apartment in Miussakh. In the new flat there were four of us: my grandmother, Elizaveta Mikhailovna, who lived with us to the end of her life, also moved there.

Father could not get to FIAN on foot anymore, and it is about at that time that his personal car «emka» appeared. There also appeared other attributes of a privileged way of life. The status of the Corresponding Member allowed receiving a better food ration, which was not unimportant at that time.

I remember well how my father brought such a ration to our home in Mozhayka (it was for the first time, I think) and my mother and I with enthusiasm

got out of a rather impressive package all sorts of food among which there were hitherto unknown to me sausages. It seems to me that along with the joy about good nutrition for the family my father felt somewhat embarrassed with so sudden prosperity. In addition to bodily food there opened almost unlimited access to book novelties. The parents were happy about the opportunity and over the years a wonderful library was collected in the house. Later, when I was at school many of my classmates borrowed books from it and my mother enjoyed the role of a librarian. My friends still remember this with gratitude. (A. I. Frank)



Илья Михайлович Франк с сыном Александром на даче в Загорянке под Москвой. Июль 1945 г.

Frank Ilya Mikhailovich with his son Aleksandr at the dacha in Zagoryanka near Moscow. July 1945.

БОЛЬШОЙ НОВЫЙ ДОМ

На Можайском шоссе мы прожили недолго и летом 1948 года переехали в большой новый дом на набережной Максима Горького (теперь Космодамиановская наб.), 32/34.

Той же осенью я поступил в школу, в которой и проучился вплоть до окончания в 1958 году. Школа была самая обычная, построенная до войны, каких в Москве было много. Поскольку по пути к ней надо было переходить дорогу с трамвайными путями, то первое время в школу меня водила мама.

В начальных классах учился я не слишком хорошо, и одной из проблем для меня был плохой почерк, так что по чистописанию (был у нас такой предмет) я получал неважные отметки. Кроме того, тогда, как и позже, меня очень подводила недостаточная внимательность. Насколько я помню, отец в школе никогда не бывал, и вообще как будто бы не очень интересовался моими успехами. Мама, однако, говорила, что это не так, и ему очень хочется, чтобы я учился хорошо, но он это от меня скрывает, чтобы не огорчать. (А. И. Франк)

LARGE NEW HOUSE

We lived in Mozhaiskoe Shosse not long. In the summer of 1948 we moved to large house No. 32/34 on Maxim Gorkii Embankment (present Kosmodomianovskaya Embankment). The same autumn I entered the school where I studied until my graduation in 1958. The school was the most usual one as many schools in Moscow built before the war. Since on the way to the school I had to cross the road with tram tracks, my mother took me to school at first. In elementary school I did not do well. One of the problems was my bad handwriting and as a result I had poor grades in calligraphy (we had such a subject at school then). In addition, at that time and later it was my insufficient attention that often let me down. As far as I know my father never visited the school and in general, it looked as if he was not interested in my advances. My mother, however, used to say that this was not true, that he really wanted me to study well but was hiding this from me so that not to upset me. (A. I. Frank)



ДАЧА ПО СОСЕДСТВУ С ВАВИЛОВЫМ

Через некоторое время в нашей семье появилась и дача. Известно, что после войны И. В. Сталин провозгласил усиление государственной поддержки науки. Была существенно увеличена зарплата докторам и кандидатам наук. Кроме того, за счёт государства было построено несколько дачных посёлков с однотипными сборно-щитовыми домами. Тогда они назывались финскими и, возможно, таковыми и являлись. Эти дачи с большими участками были переданы в собственность академикам, правда, без права свободной продажи.

В одном из таких академических посёлков – Мозжинке, близ Звенигорода, – получил дачу и Сергей Иванович Вавилов. Соседний же участок занимал архитектор Виктор Александрович Веснин. Жёны С. И. Вавилова и В. А. Веснина были сёстрами. Естественно, что Веснины и Вавиловы решили поселиться рядом, а для того чтобы было удобнее ходить друг к другу в гости, в заборе, разделявшем участки, была сделана калитка. Виктор Александрович умер в 1949 году. Вдова В. А. Веснина Наталья Михайловна вернула дачу Академии, и Сергей Иванович предложил отцу её арендовать. Таким образом, мы оказались ближайшими соседями Вавиловых, и мне посчастливилось познакомиться с этой замечательной семьёй.

Калиткой между двумя участками мы пользовались. Всей семьёй мы бывали у Вавиловых в гостях. Помню гостеприимную хозяйку Ольгу Михайловну и чаепития за большим столом. На даче Вавиловых я бывал чаще, чем родите-

ли. Сын Сергея Ивановича – Виктор Сергеевич как-то опекал меня.

К сожалению, соседство наше с Сергеем Ивановичем не было долгим. 25 января 1951 года он скончался. Отец тяжело переживал эту потерю. Для него Сергей Иванович всегда был не только любимым учителем, но и лично близким человеком.

Большую часть летнего времени мы проводили на даче: сначала в Мозжинке, а потом, когда Академия наук отказалась продлевать аренду, недалеко от деревни Свистуха по Савёловской дороге. Мы с мамой жили там всё лето, а отец приезжал по выходным. (А. И. Франк)

DACHA NEXT DOOR TO THE VAVILOVS»

After a while our family had a dacha (summer residence). As is known, after the war I. V. Stalin proclaimed the strengthening of the State support for science. The salary of doctors and candidates of science was significantly raised. In addition, the State financed building of several holiday villages with prefabricated panel houses of the same type. They were called the Finnish houses and probably, they were. These dachas with large plots of land were transferred to the ownership of academicians though without the right of free sale.

In one such academic village in «Mozzhinka near the city of Zvenigorod, Sergei Ivanovich Vavilov was provided with a house. The adjacent plot was occupied by the dacha of the architect Viktor Aleksandrovich Vesnin. S. I. Vavilov's and V. A. Vesnin's wives were sisters. Naturally, the Vesnins and the Vavilovs decided to settle next door. To make it easier to visit each other, they made a gate in the fence that separated the plots. Viktor Aleksandrovich died in 1949. His widow, Nataliya Mikhailovna, returned the dacha to the Academy. Sergei Ivanovich offered my father to rent it. Thus, we became the closest neighbors to the Vavilovs and I was fortunate to get to know this wonderful family.

We also used the gate in the fence. With the whole family we visited the Vavilovs. I remember the hospitable hostess, Olga Mikhailovna, and tea parties at a large table.

I went to the Vavilovs more often than my parents. Viktor Sergeevich, the son of Sergei Ivanovich, somehow patronized me.

Unfortunately, it was not long that we were neighbors with Sergei Ivanovich. He died on January 25, 1951. My father felt deep sorrow about the loss. For him, Sergei Ivanovich was not only a favorite teacher but also a very close person.

We spent most of the summer time at dacha: first in Mozhinka and then, when the Academy of Sciences refused to renew renting out of the house, near the village of Svistukha along Savelovskaya road. My mother and I stayed there all summer and my father came at weekends. (A. I. Frank)



Елизавета Михайловна с внуками Асей (Анна Глебовна Франк) и Сашей. 1950 г.

Elizaveta Mikhailovna with her grandchildren Asya (Anna Glebovna Frank) and Sasha. 1950.



Илья Михайлович Франк, Елена Васильевна, супруга сотрудника ФИАНа Л. Н. Штейнгауза, Элла Абрамовна Франк.

Ilya Mikhailovich Frank, Elena Vasilievna, the wife of the FIAN employee L. N. Shteingauz, Ella Abramovna Frank



В КОЛЛЕКТИВЕ ТАЛАНТЛИВЫХ ФИЗИКОВ

К середине 1950-х годов Лаборатория атомного ядра в ФИАНе не была уже похожа на маленькую лабораторию первых послевоенных лет. Занимая отдельный корпус на территории нового ФИАНа на Калужском шоссе (ныне – Ленинский проспект, 53), она была оснащена довольно хорошо. Она располагала ускорителями прямого действия типа Уолтона-Кокрофта, электроникой, уникальным спектрометром по времени замедления, современной по тому времени методикой ядерных эмульсий. И самое главное – в ней работал коллектив талантливых физиков, работы которых были хорошо известны специалистам в стране и за рубежом. (А. И. Франк)



IN COLLECTIVE OF TALANTED PHYSICISTS

By the mid-1950's the Laboratory of Atomic Nucleus of FIAN was no longer a small laboratory of the first post-war years. Occupying a separate building on the territory of the new FIAN in Kaluzhskoe Shosse (present Leninskii Prospect, 53) it was quite well equipped. It had a direct-action accelerator of the Walton-Cockcroft type, electronics, a unique slowing-down time spectrometer, and an up-to-that time nuclear emulsion technique. And most importantly, there worked a team of talented physicists whose works were well known to specialists in the country and abroad. (A. I. Frank)

В 1949 году Илья Михайлович за успешно выполненное задание Правительства был награждён орденом Трудового Красного Знамени.

В 1953 году был награждён орденом Ленина. В 1954-м – награждён орденом Ленина вторично, а также Государственной премией 2-й степени. (По материалам автобиографии 1964 г.)

In 1949 Ilia Mikhailovich was awarded the Order of Red Banner for the successfully accomplished task set by the Government.

In 1953 he was awarded the Order of Lenin. In 1954 he was awarded the Oder of Lenin a second time and also, he was granted the State Prize of 2nd degree. (based on the autobiography of 1964)



*Новое здание ФИАНа на Ленинском проспекте.
1950-е гг.*

The new building of FIAN in Leninskii Prospekt. 1950's.



*Сидят (справа налево): В. В. Нефёдов, Л. Н. Кацауров,
И. Я. Барит, ?, Т. А. Романова, И. М. Франк, Л. В. Сухов,
В. В. Балашов, Ф. Л. Шапиро, А. А. Бергман. Стоит
слева Ю. П. Попов.*

*Sitting from right to left: V. V. Nefedov, L. N. Katsaurov,
I. Ya. Barit, ?, T. A. Romanova, I. M. Frank, L. V. Sukhov,
V. V. Balashov, F. L. Shapiro, A. A. Bergman. Standing:
Yu. P. Popov on the left.*





Павильон Советского Союза на Всемирной выставке в Брюсселе 1958 г.

The pavilion of the Soviet Union at the World exhibition in Brussels in 1958.

ПЕРВЫЕ ЗАГРАНИЧНЫЕ КОМАНДИРОВКИ

Впервые Илья Михайлович выехал в заграничную командировку в ноябре 1956 г., когда в составе делегации Общества советско-чехословацкой дружбы был командирован в Чехословакию.

Вторая поездка за границу состоялась в 1958 году. В Брюсселе проходила первая после войны Всемирная выставка. Широкое участие Советского Союза в выставке было приурочено к прошедшим незадолго до того торжествам по случаю 50-й годовщины революции. 13 августа на выставке проходил национальный День СССР. По этому случаю в Брюссель была направлена официальная делегация во главе с Председателем Верховного Совета К. Е. Ворошиловым. Среди прочих в неё входили и учёные – академик А. И. Опарин и И. М. Франк, выступившие с научными лекциями. Отец прочёл там лекцию о Черенковском излучении.

Вернувшись в Москву, он рассказал мне, что во время лекции получил записку, подписанную «твой брат Виктор», в которой выражалось желание повидаться. Я уже не помню, подошёл ли её автор к отцу после лекции или сразу написал, что придёт в гостиницу.

Сегодня уже трудно представить себе всю сложность положения, в которое попал Илья Михайлович. Любые встречи с иностранцами тогда жёстко регламентировались, и на это надо было получать специальное разрешение. Так или иначе, встреча состоялась, но не наедине. (А. И. Франк)

FIRST FOREIGN BUSINESS TRIPS

Ilya Mikhailovich first went on business trip abroad in November 1956 when he was sent to Czechoslovakia as a member of the delegation of the Soviet Czechoslovak Friendship Society.

The second trip abroad was in 1958. In Brussels, the first after-war World Exhibition was held. Wide participation of the Soviet Union in the Exhibition was timed to coincide with the festivities on the occasion of the 50th anniversary of the Revolution that took place a short time ago. August 13 was the national day of the USSR at the Exhibition. On this occasion an official delegation headed by the Chairman of the Supreme Council K. E. Voroshilov was sent to Brussels. The delegation included, among the others, the scientists: Acad. A. I. Oparin and I. M. Frank who delivered scientific lectures. My father gave a lecture on the Cherenkov radiation.

Having returned to Moscow he told me that during the lecture he received the note running «your brother Viktor», where a desire to meet with him was expressed. I no longer remember whether the author of the note went up to my father immediately after the lecture or wrote that he would come straight to the hotel.

Today it is hard to imagine what a difficult situation Ilya Mikhailovich found himself in. At that time, any meetings with foreigners were strictly regulated and a special permission had to be received for the one. Anyway the meeting took place but not in private. (A. I. Frank)



Сотрудники ФИАН. Слева направо:

*2-й ряд: ?, П. А. Черенков, М. А. Марков, И. Е. Тамм,
Ф. С. Барышанская, В. И. Векслер, В. А. Петухов, Р. И. Сапегина*

*3-й ряд: Г. Т. Зацепин, И. М. Франк, Н. С. Иванова, Н. Г. Биргер, В. Л. Гинзбург, С. Н. Вер-
нов, А. А. Коломенский, Е. Л. Фейнберг, ?, Н. А. Добротин, ?, Л. В. Курносова, Ю. С. Иванов,
М. С. Рабинович, В. И. Гольданский.*

1950-е гг.



*FIAN employees. From left to right:
Second row: ?, P. A. Cherenkov, I. M. Markov, I. E. Tamm, F. S. Baryshanskaya, V. I. Veksler,
V. A. Petukhov, R. I. Sapegina. Third row: G. T. Zatsepin, I. M. Frank, N. S. Ivanova,
N. G. Birger, V. L. Ginzburg, S. N. Vernov, A. A. Kolomenskii, E. L. Feinberg, ?, N. A. Dobrotin,
?, L. V. Kurnosova, Yu. S. Ivanov, V. S. Rabinovich, V. I. Goldanskii. 1950's*

ГЛОТОК СВОБОДЫ

После гласного осуждения в Советском Союзе в 1956 году культа личности Сталина новые политические веяния вынудили партийных чиновников искать более мягкие формы принуждения. Грубые окрики и угрозы, незакамуфлированное выкручивание рук, характерные для сталинских времён, теряли свою действенность. Советская интеллигенция, вдохнув глоток свободы, отказывалась от слепого повиновения непрощённой власти.

В Академии наук СССР, в частности, такой подспудный бунт намечился в 1957 году и был связан с келейно подготовленным в президиуме списком номинаций советских учёных на Нобелевские премии этого года. (А. М. Блох)

В НОБЕЛЕВСКИЙ КОМИТЕТ

Главный учёный секретарь
Президиума АН СССР А. В. Топчиев
заведующему отделом скандинавских
стран МИД СССР К. К. Родионову;
копия – временному поверенному
в делах СССР в Швеции Н. М. Лунькову,
январь 1957.

Ставим Вас в известность, что на получение Нобелевских премий за 1957 год выдвинуты следующие советские учёные:

- по физике П. Л. Капица (выдвигают академики А. В. Топчиев и Н. Н. Семёнов), П. А. Черенков (выдвигает академик В. Н. Кондратьев);
- по химии А. Е. Арбузов (выдвигает академик А. В. Топчиев);
- по медицине Е. Н. Павловский (выдвигают А. Н. Бакулев и И. А. Саркисов).

Все материалы на этих учёных (представление, перечень их научных работ и наиболее оригинальные работы) Академия наук СССР направила непосредственно в Шведскую Королевскую академию наук на имя комитетов по нобелевским премиям по физике, химии и медицине. Просим Вас через имеющиеся возможности установить связь с указанными комитетами по нобелевским премиям и информировать Академию наук СССР о рассмотрении наших предложений. (Архив РАН, фонд 579, опись 1, ед. хр. 639)

23 января 1957
2-1

В ЦЕНТРАЛЬНЫЙ КОМИТЕТ КПСС

Академия наук СССР вносит предложение представить доктору физико-математических наук Черенкова Павла Алексеевича к Нобелевской премии по физике за 1957 г.

Тов. Черенков П.А. – известный физик-экспериментатор, автор около 30 опубликованных научных работ. В 1934 г. им было сделано выдающееся открытие, значение которого было оценено физиками всего мира. Сущность явления П.А. Черенкова заключается в том, что заряженная частица (напр., электрон, протон и др.) при движении в среде со скоростью, превышающей фазовую скорость света в этой среде, излучает электромагнитные волны. Это излучение направлено в сторону движения частицы, образуя вокруг траектории конус лучей. Угол раствора конуса излучения определяется скоростью движения частицы и показателем преломления среды. Эффект П.А. Черенкова оказал сильное влияние на развитие целого ряда областей физики, радиотехники, астрофизики и положило начало новому разделу оптики – оптике сверхсветовых скоростей.

Широкое распространение за последние 5 лет получили так называемые счетчики П.А. Черенкова, которые позволили выполнить большое число важных ядерных исследований и, в частности, использовались при обнаружении антинейтрона.

П.А. Черенков успешно руководит сектором Физического института им. П.Н. Лебедева АН СССР.

Вице-президент
Академии наук СССР
академик

(И.П. Бардин)

Главный учёный секретарь
Президиума Академии наук СССР
академик

(А.В. Топчиев)

Топчиев
21.1.57

Бардин
22.1.57.

Предложение о выдвижении П. А. Черенкова
на Нобелевскую премию от Академии наук СССР.

*Proposal for the nomination of P. A. Cherenkov
for the Nobel Prize from the USSR Academy of Sciences.*



И. Е. Тамм, П. А. Черенков, И. М. Франк.

I. E. Tamm, P. A. Cherenkov, I. M. Frank.

SIP OF FREEDOM

After public condemnation of Stalin's personal cult in the Soviet Union in 1956, new political trends forced the Party officials to look for milder forms of compulsion. Shouting and threats, undisguised arm-twisting which were characteristic of the Stalin era lost their effectiveness. Having taken a sip of freedom, Soviet intelligentsia refused to blindly obey uneducated authorities.

In particular, in the Academy of Sciences of the USSR, such a latent revolt took place in 1957 and was associated with the list of nominations of Soviet scientists for that year's Nobel Prize compiled by the Presidium in secret. (*A. M. Blokh*)

TO THE NOBEL COMMITTEE

*From: A. V. Topchiev, Chief Scientific Secretary of the Presidium of the USSR Academy of Sciences
To: K. K. Rodionov, Head of the Department of Scandinavian Countries of the USSR Ministry of Foreign Affairs
Copy to: N. M. Lunkov, Charge d'affaires of the USSR in Sweden January 1957.*

I am writing to inform you that the following Soviet scientists are nominated for the 1957 Nobel Prize:

In Physics: P. L. Kapitsa (nominators – Acad. A. V. Topchiev and Acad. Semyonov); P. A. Cherenkov (nominator – Acad. V. N. Kondratiev).

In Chemistry: A. E. Arbusov (nominator – Acad. A. V. Topchiev).

In Medicine: E. N. Pavlovskii (nominators – A. N. Bakulev and I. A. Sarkisov).

All the materials on the nominees (nomination letter, list of publications, including most original ones) the USSR Academy of Sciences sent directly to the Royal Swedish Academy to be transferred to the Nobel Prize Committees in Physics, Chemistry, and Medicine.

I am asking you to establish contact with the above-mentioned Nobel Prize Committees through available opportunities and inform the USSR Academy of Sciences about consideration of our proposals. (*RAS Archive, storage fund 579, inventory 1, storage unit 639*)

ЧТОБЫ ВОССТАНОВИТЬ СПРАВЕДЛИВОСТЬ

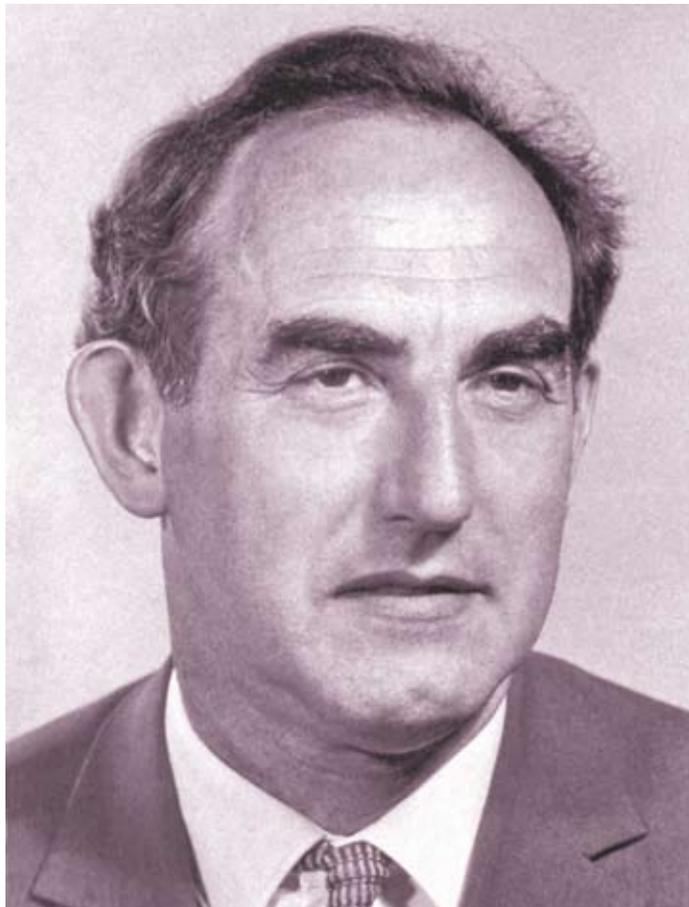
Академик И. В. Курчатов, будучи членом Президиума АН СССР, в 1956 году поручил мне и Е. К. Завойскому подготовить требуемые материалы для номинирования наших физиков на Нобелевскую премию по физике 1957 года за эффект Вавилова-Черенкова. Выбор его вполне объясним. Я – ученик Игоря Евгеньевича Тамма, заместитель его по руководству теоретическим отделом ФИАН, член группы Тамма, задействованной на работах по водородной бомбе; Завойский – прекрасный экспериментатор. Поскольку речь шла о представлении за открытие физического эффекта и его теоретическое объяснение, подготовка грамотного обоснования, естественно, требовала участия как экспериментатора, так и теоретика.

В дальнейшем, в 1957 году, до нас дошли слухи, что некоторые из власть предержавших порешили выдвигать на премию только одного П. Л. Капицу за открытие сверхтекучести и только одного П. А. Черенкова за открытие упоминавшегося физического эффекта. Происходившее в связи с номинаций Капицы мне мало известно. Знаю лишь, что в кругах, близких к Петру Леонидовичу, возникло волнение, и несколько лиц стали готовить какой-то документ. Возможно, этот документ подписал М. А. Леонтович, он уже был академиком и имел право на номинирование. В общем, там нашлись люди, которые высказали своё отношение к действиям верхов АН СССР.

Что касается эффекта Вавилова-Черенкова, то тут инициативу проявили Е. Л. Фейнберг и я; Фейнберг тоже был учеником Тамма. Мы оба решили, что допустить такую несправедливость нельзя и подготовили проект письма в Нобелевский комитет. Встал вопрос о подписях под ним, поскольку мы прав на номинирование не имели. Я был тогда только членом-корреспондентом, а Фейнберг и того меньше – доктором физико-математических наук. Работу по сбору подписей мы поделили. Я пошёл к Ландау, хотя знал, что он не относил черенковское излучение к числу выдающихся открытий, он его не очень ценил. Я, например, чрезвычайно его ценю. Так вот, прочтя то, что я принёс, Ландау сказал, что подпись свою даст, но при условии, если мы изменим результирующую часть. То есть, если вместо констатации, что нужно присудить, будет написано, что коль присуждать за это Нобелевскую премию, то только трём, а не одному. Мы подредактировали текст, и Ландау его подписал. Фейнберг ещё получил подписи у академиков Н. Н. Андреева и А. И. Алиханова, и бумага пошла в Стокгольм. (В. Л. Гинзбург)

TO RESTORE JUSTICE

In 1956, Academician I. V. Kurchatov, who was then a member of the Presidium of the USSR Academy of Sciences, asked me and E. K. Zavoiskii to prepare



Виталий Лазаревич Гинзбург.

Vitalii Lazarevich Ginzburg.

the materials required for the nomination of our physicists for the 1957 Nobel Prize in Physics for the Vavilov-Cherenkov effect. The choice was quite understandable. I was a student of Igor Tamm, deputy to him as a head of the Theoretical Department of FIAN, a member of Tamm's research group involved in the work on the hydrogen bomb. Zavoiskii was an excellent experimenter. Since it was about the nomination for the discovery of a physical effect and its theoretical interpretation, the preparation of competent justification naturally required participation of both an experimenter and a theoretician.

Later, in 1957 we heard rumors that some in power decided to nominate P. L. Kapitsa alone for the discovery of superfluidity and P. A. Cherenkov alone for the discovery of the previously mentioned effect. I know little about what happened around the nomination of P. L. Kapitsa. I only know that there was some agitation in the circles close to Pyotr Leonidovich and a certain group of people started preparing some document. The document might have been signed by M. L. Leontovich who was an academician then and had the right of nomination. In general, there were people who expressed their attitude to the actions of the upper strata of the USSR Academy of Sciences.

As for the Vavilov Cherenkov effect, the initiative was on the part of E. L. Feinberg and me. Feinberg was also a student of Tamm. We decided not to let such injustice happen and prepared a draft letter to the Nobel Committee. The question arose of who would sign the letter. I was then only a Corresponding-Member



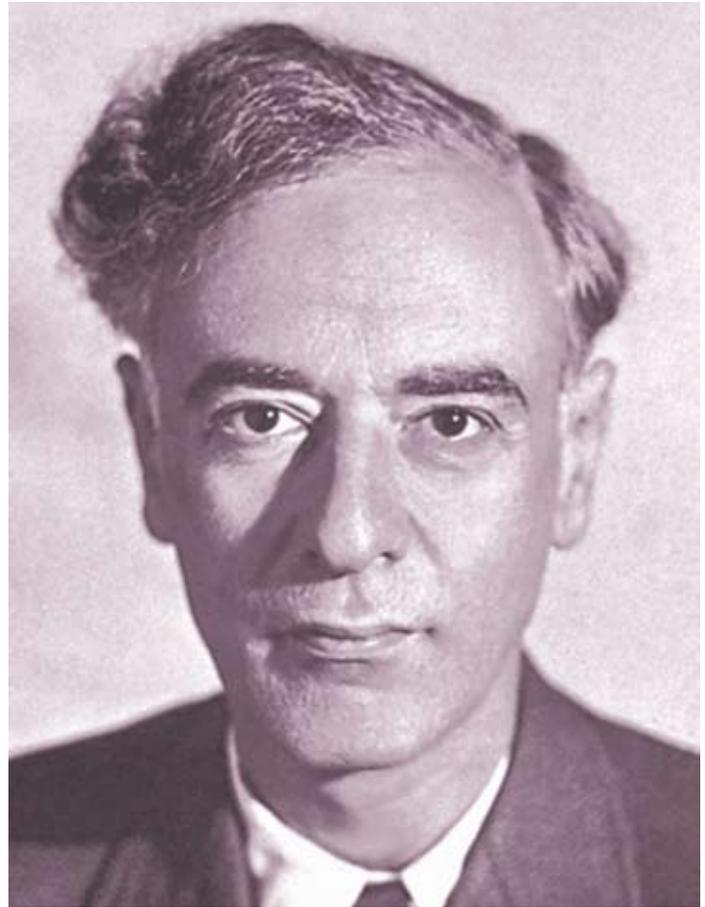
Игорь Васильевич Курчатов.

Igor Vasilievich Kurchatov.

and Feinberg, even less, was just a Doctor of Physical and Mathematical Sciences. We divided to collect signatures. I went to Landau, though I knew that he did not consider the Cherenkov radiation an outstanding discovery, he did not value it highly. As for me, I rated it greatly. On reading the letter Landau said that he would sign it provided we changed the concluding part. That is, instead of that the Nobel Prize should be awarded there would be written that if awarded the Prize should be awarded to three not to one person. We edited the text and Landau signed it. At the same time, Feinberg received signatures from Acad. N. N. Andreev and Acad. A. I. Alikhanov, and the nomination letter was sent to Stockholm. (*V. L. Ginzburg*)

СОЮЗ ЧЕТЫРЁХ

Выдвижение П. А. Черенкова в единственном числе, да ещё с привлечением малокомпетентного номинатора из смежной области знаний, стало отражением политических игр и, если иметь в виду экспертизу в Нобелевском комитете, заведомо обрекалось на провал. В ситуации с эпохальным открытием черенковского излучения научная судьба, как сиамских близнецов, объединила в единое целое две группы учёных – первооткрывателей С. И. Вавилова и П. А. Черенкова с одной стороны, и И. Е. Тамма и И. М. Франка, сумевших теоретически объяснить обнаруженный физический эффект, с другой. Удостоиться высшей международной на-



Лев Давидович Ландау.

Lev Davidovich Landau.

грады они могли только вместе, их изолированное выдвижение не имело никаких шансов на успех. Несложно предугадать, сколь трудным оказался бы для Нобелевского комитета и Королевской академии наук выбор из четырёх участников этого выдающегося научного события трёх наиболее достойных награды, если бы на момент присуждения был жив С. И. Вавилов. (*А. М. Блох*)

UNION OF FOUR

The nomination of P. A. Cherenkov alone by an insufficiently competent nominator from a related field was the reflection of political games and if one takes into account expertise in the Nobel Committee, such nomination was doomed to failure. In the situation with an epoch-making discovery of the Cherenkov radiation, scientific destiny united into a single whole like the Siamese twins two groups of scientists-pioneers, i. e., S. I. Vavilov and P. A. Chrenkov on the one side and I. E. Tamm and I. M. Frank, who were able to theoretically explain the observed physical effect, on the other. Only together they could win the highest international award, their individual nomination had no chance of success. It is not hard to imagine how difficult the choice of the three of the four nominees for such an outstanding scientific event would have been for the Nobel Committee and the Royal Academy of Sciences if at the time of awarding S. I. Vavilov had been alive. (*A. M. Blokh*)

Gentlemen:

It has become known that the Nobel Prize Committee is discussing the possibility of awarding Nobel prize in physics for the discovery of optical radiation of an electron, uniformly moving in the medium. (This phenomenon is usually called the Cerenkov effect). ~~This outstanding discovery is undoubtedly worthy of the Nobel prize.~~ At the same time, it is imperative to call the attention of the Committee to the fact that direct participants of this discovery were, besides P.A.Cerenkov, I.M.Frank and I.E.Tamm as well.

The history of the discovery is the following.

While investigating in S.I.Vavilov's laboratory, and under his direction, the luminescence of pure liquids under the action of radioactive substances, P.A.Cerenkov (a post graduate at the time) noticed luminescence differing from the usual by certain features. ^{However the} ~~The nature of this phenomenon was not in any way understood until~~ ~~incomprehensible properties of this luminescence were~~ ^{complete} ~~discussed by a whole group of physicists. In the course of the discussion~~ I.Frank and I.Tamm offered an explanation and worked out a ^{complete} full theory, which, while still being in the process of ^{constant} creation, determined the direction of the experimental investigations and was ^{confirmed} ~~itself being tested~~ experimentally. Thus, practically

from the very beginning, the experimental investigation of the effect and the determination of its properties were inseparable from the theoretical research, which, after the very first experiments of Cerenkov, directed all his experiments. Here we have an example of a very close creative collaboration between research workers in the fields of both the experimental and the theoretical physics, which ^{alone secured} ~~insured~~ the success of the work.

It would be therefore just to share the ^{if awarded} prize between the three participants of the discovery: P.A.Cerenkov, I.M.Frank and I.E.Tamm.

14. III 57.

prof. L Landau

ПИСЬМО Л. Д. ЛАНДАУ

Господа!

Стало известно, что Нобелевский комитет обсуждает вопрос о присуждении Нобелевской премии по физике за открытие оптического излучения электрона, постоянно движущегося в среде (это явление обычно называется эффектом Черенкова).

Считаю необходимым обратить внимание Комитета на тот факт, что в этом открытии, кроме П. А. Черенкова, непосредственное участие принимали также И. М. Франк и И. Е. Тамм.

История открытия такова. П. А. Черенков, будучи аспирантом, работал в лаборатории С. И. Вавилова, где проводил исследование люминесценции чистых жидкостей под воздействием радиоактивных веществ и обнаружил люминесцентное свечение, которое по своим характеристикам отличалось от обычного. Но истинная природа этого явления оставалась неразгаданной до тех пор, пока И. М. Франк и И. Е. Тамм не дали объяснения этого явления и не выработали теоретического обоснования, которое даже в начальной стадии

уже определило направление экспериментальных исследований, результаты которых были впоследствии подтверждены эмпирически.

Таким образом, экспериментальные исследования эффекта и определение его характеристик практически с самого начала были неразрывно связаны с его теоретическим обоснованием, которое с первых шагов работы Черенкова определило путь его дальнейших исследований. В данном случае мы видим пример тесного творческого сотрудничества физиков-экспериментаторов с физиками-теоретиками, и только это смогло обеспечить успех этого открытия.

Поэтому будет справедливо разделить Нобелевскую премию, если она будет присуждена, между тремя участниками этих исследований: П. А. Черенковым, И. М. Франком и И. Е. Таммом.

Проф. Л. Ландау. 14 марта 1957 г.

THE LETTER OF L. D. LANDAU

Gentlemen:

It has become known that the Nobel Prize Committee is discussing the possibility of awarding Nobel prize in physics for the discovery of optical radiation of an electron, uniformly moving in the medium. (This phenomenon is usually called the Cerenkov effect). At the same time, it is imperative to call the attention of the Committee to the fact that direct participants of this discovery were besides P. A. Cerenkov, I. M. Frank and I. E. Tamm as well.

The history of the discovery is the following.

While investigating in S. I. Vavilov's laboratory, and under his direction, the luminescence of pure liquids under the action of radioactive substances, P. A. Cerenkov (a post graduate at the time) noticed luminescence different from usual by certain features. However the nature of this phenomenon was not in any way understood until I. Frank and I. Tamm offered

an explanation and worked out a complete theory, which, while still being in the process of construction, determined the direction of the experimental investigations and was itself being confirmed experimentally. Thus, practically from the beginning, the experimental investigation of the effect and the determination of its properties were inseparable from the theoretical research, which, after the very first experiments of Cerenkov, directed all his experiments. Here we have an example of a very close creative collaboration between research workers in the fields of both the experimental and the theoretical physics, which alone secured the success of the work.

It would be therefore just to share the prize if awarded between the three participants of the discovery: P. A. Cerenkov, I. M. Frank and I. E. Tamm.

14. III 57 prof. L. Landau

Письмо в Нобелевский комитет, составленное В. Л. Гинзбургом и Е. Л. Фейнбергом с правками Л. Д. Ландау.

The letter to the Nobel Committee compiled by V. L. Ginzburg and E. L. Feinberg with the corrections made by L. D. Landau.



П. А. Черенков, М. А. Черенкова, И. М. Франк и И. Е. Тамм после прилёта в Стокгольм. Декабрь 1958 г.

P. A. Cherenkov, M. A. Cherenkova, I. M. Frank and I. E. Tamm on their arrival in Stockholm. December 1958.

БЕЛЫЕ МЕДВЕДИ

В нашем пребывании в Швеции была одна особенность. Теперь, когда самые разнообразные контакты с нашей страной получили широкое развитие, а участие советских учёных в любых событиях мировой науки стало привычным, уже трудно понять, что три советских лауреата, появившиеся в 1958 году в Швеции, выглядели чем-то вроде белых ворон. Даже не белых ворон, а, быть может, белых медведей. Так, какая-то фото- или кино-организация, предложив показать зоопарк, фотографировала нас на фоне белых медведей, полагая или желая создать впечатление, что медведи – неотъемлемая компонента русской жизни. При этом насторожённое к нам отношение подогревалось историей присуждения в том же 1958 году премии по литературе Б. Л. Пастернаку.

Всё это нами отчётливо чувствовалось, поскольку приходилось встречаться со многими, включая журналистов, и даже участвовать в пресс-конференциях. На этих встречах Игорь Евгеньевич брал инициативу в свои руки, направляя на собеседников всю силу своего природного обаяния, чтобы завоевать их доверие и во что бы то ни стало желая им понравиться (а что в этом плохого?). Объективно же он сделал немаловажное дело, и отношение к нам со временем заметно потеплело. Интерес газет естественным образом затух. Первые их страницы вновь заняли фотографии кинозвёзд и репортажи об убийствах. Наши лица стёрлись из памяти жителей Швеции, и мы превратились просто в иностранных гостей, чему нельзя было не радоваться. (И. М. Франк)

Diesjähriger Nobelpreis für Physik an sowjetische Wissenschaftler

Den sowjetischen Gelehrten Dr. Pawel Alexejewitsch Tscherenkow, dem korrespondierenden Mitglied der Akademie der Wissenschaften der UdSSR Ilja Michailowitsch Frank und dem Mitglied der Akademie der Wissenschaften Igor Jewgenjewitsch Tamm ist für die Entdeckung und Erklärung einer grundlegenden physikalischen Erscheinung, des sogenannten Tscherenkow-Effekts, der Nobelpreis für Physik 1958 zuerkannt worden.

Der „Tscherenkow-Effekt“ besteht darin, daß geladene Teilchen Licht ausstrahlen, wenn sie sich in einem Stoff mit einer Geschwindigkeit bewegen, die die Geschwindigkeit der Fortpflanzung der Lichtwellen in diesem Stoff übersteigt.

Dr. P. A. Tscherenkow, der sein 54. Lebensjahr vollendet hat, absolvierte die mathematische Fakultät der Staatsuniversität in Woronesh. Nach mehrjähriger Lehrtätigkeit an einer Schule der Stadt Mitschurinsk setzte er seine Studien als Aspirant an der Akademie der Wissenschaften der UdSSR fort und nahm bald darauf seine Tätigkeit in einem Laboratorium des Physikinstitutes der Akademie der Wissen-



Dr. P. A. Tscherenkow

schaften der UdSSR auf, wo er auch heute noch tätig ist. Außerdem ist er Professor am Moskauer Technisch-Physikalischen Institut.

1934 entdeckte er bei der Untersuchung der Lumineszenz unter der Wirkung von Radium-Gammastrahlen ein schwaches blaues Leuchten in einer reinen, klaren Flüssigkeit. Die Helligkeit des Leuchtens hing nur wenig von der chemischen Zusammensetzung der Flüssigkeit ab. Dieser Effekt wurde auch in festen Stoffen festgestellt.

Dr. P. A. Tscherenkow führte eine Reihe von Originalexperimenten durch, bei denen die wichtigsten Besonderheiten der neu entdeckten Erscheinung festgestellt wurden. Es zeigte sich, daß sie mit der Lumineszenz nichts gemein hat.

S. I. Wawilow (1891—1951), der damalige Leiter des Physikinstitutes, war der erste, der das neu entdeckte Leuchten erklärte. Er nahm an, daß durch Gammastrahlen erzeugte schnelle Elektronen die Quelle des Leuchtens sind.

Die Theorie des Tscherenkow-Effekts wurde 1937 von I. J. Tamm und I. M.



Akademiemitglied I. J. Tamm

Thermodynamik vollends entwickelt. Die beiden Forscher stellten fest, daß jedes geladene Teilchen diesen Effekt hervorrufen kann. Für die Entdeckung und Erforschung der Elektronenstrahlung wurde Dr. P. A. Tscherenkow, S. I. Wawilow, I. J. Tamm und I. M. Frank 1946 ein Stalinpreis erster Klasse zuerkannt.

Auf der Grundlage des Tscherenkow-Effektes wurde der berühmte Tscherenkow-Zähler entwickelt, ein neuartiger Zähler von Elementarteilchen, der jetzt in allen Kerninstituten der Welt verwendet wird. Mit Hilfe dieses Zählers gelang es amerikanischen Gelehrten, das Antiproton zu entdecken. Ein Tscherenkow-Zähler ist auch im Sputnik 3 eingebaut.

I. J. Tamm veröffentlichte im Jahre 1930 die Quantentheorie der Lichtdispersion in festen Körpern und entwickelte auf der Grundlage der relativistischen Quantenmechanik die Theorie der Lichtdispersion durch Elektronen. Weit bekannt sind die sogenannten „Tamm-Niveaus“, das heißt die von ihm theoretisch begründete Möglichkeit besonderer Zustände der Elektronen auf der Oberfläche von Kristallen.

Zur Zeit läßt sich die Tätigkeit I. J. Tamms — er ist jetzt 63 Jahre alt — als folgerichtiger Aufbau einer neuen Theorie

der Physik charakterisieren. Bestandteil dieser neuen Theorie sind die von ihm vorgeschlagene Methode der Erklärung der Wechselwirkung nuklearer Elementarteilchen — sie ist als „Tamm-Methode“ in die moderne Physik eingegangen — und die Methode der Anwendung der elektrischen Entladung im Plasma, das sich in einem Magnetfeld befindet, zur Herbeiführung einer lenkbaren thermonuklearen Reaktion.

Akademiemitglied Tamm ist die höchste Auszeichnung der UdSSR — der Titel Held der sozialistischen Arbeit — verliehen worden.

Von I. M. Frank stammt die grundlegende Erforschung der Umwandlung von Gammaquanten bei der Paarbildung Elektron-Positron. Mit seinen Mitarbeitern hat er einen weiten Zyklus von Arbeiten über Neutronen durchgeführt, Frank hat Methoden für die Erforschung von Neutronenströmen vorgeschlagen.

I. M. Frank absolvierte die Moskauer Universität. Nach mehrjähriger Arbeit am Leningrader Optischen Institut wurde er in das Physiklaboratorium der Akademie



Professor I. M. Frank

der Wissenschaften der UdSSR und dann in das Moskauer Physikinstitut berufen, in dem er auch heute tätig ist. 1946 wurde er zum korrespondierenden Mitglied der Akademie der Wissenschaften der UdSSR gewählt. Für seine hervorragenden Verdienste um die Entwicklung der Physik wurde ihm der Lenin-Orden verliehen.

In diesem Jahr hat I. M. Frank sein 50. Lebensjahr vollendet. Neben seinen Forschungen entfaltet er seit vielen Jahren als Professor der Moskauer Universität eine ausgedehnte Lehrtätigkeit.

Dr. P. Tscherenkow (rechts) überwacht die Inbetriebnahme des Synchrotrons zwecks Durchführung eines Versuches





Пресс-конференция в гостинице «Парк-авеню» в Гётеборге. Справа налево: 1-й ряд – И. Е. Тамм, И. М. Франк, П. А. Черенков, М. А. Черенкова; 2-й ряд – Е. П. Фумко (пресс-атташе посольства), проф. Рюдбек. 16 декабря 1958 г.

Press-conference at the Park-Avenue Hotel in Goteborg. From right to left: first row – I. E. Tamm, I. M. Frank, P. A. Cherenkov, M. A. Cherenkova; Second row – E. P. Fumko (press attaché of the embassy), Prof. Rudbek. December 16, 1958.

POLAR BEARS

Our stay in Stockholm had one specific feature. It was the time when a diversity of contacts with our country received wide development and the participation of Soviet scientists in any scientific events in the world became common. Nevertheless, it is hard to understand why three Soviet laureates who appeared in Sweden in 1958 looked something like white crows. Not even like white crows but sooner like polar bears. So, some photo or film organization invited us to the zoo and took photos of us against the background of polar bears believing or wanting to create an impression that bears are an integral component of Russian life. At the same time, cautious attitude towards us was fueled by the fact that the Nobel Prize in Literature for the same 1958 year was awarded to B. L. Pasternak.

We clearly felt this because we had to meet many people, including journalists, and take part in press-conferences. At such meetings Igor Evgenievich took initiative in his hands and employed all the strength of his natural charm to win confidence and to please (and what is wrong with that?) the interlocutors. In fact, he did an important job as the attitude towards us was getting warmer with time. The interest to us on the side of newspapers was fading.

Once again photos of film stars and reports about murders occupied their first pages. Our faces were wiped off the memory of the citizens of Sweden and we turned into common foreign guests, which we could not but be happy about. (*I. M. Frank*)



В ОТЕЛЕ В СТОКГОЛЬМЕ

В гостинице «Гранд Отель», где мы жили, я часто заходил в комнату Игоря Евгеньевича, чтобы обсудить с ним и науку, и события дня. В редкие свободные вечера мы – Павел Алексеевич и Мария Алексеевна Черенковы и я – под предводительством Игоря Евгеньевича ходили ужинать в молодёжное кафе, расположенное недалеко от гостиницы. Приближалось Рождество, и в отеле проходили праздничные вечера. В кафе же, которое Игорю Евгеньевичу рекомендовал кто-то из шведов, было спокойно и уютно. Игорь Евгеньевич, единственный среди нас отлично владевший английским языком, изучал меню и выбирал, что заказать на ужин. Оркестра в кафе не было, но был рояль, и игравший на нём музыкант, когда мы приходили, исполнял что-либо из русской музыки, чаще всего Чайковского. Первое время наши портреты печатались в газетах, и нас обычно всюду узнавали.

Разговором за ужином неизменно овладевал Игорь Евгеньевич, рассказывая о новостях, которые слышал или прочитал в газетах, а иногда просто вспоминая что-либо интересное. Беседуя, мы отдыхали, и на этом заканчивался рабочий день для всех, кроме Игоря Евгеньевича. Вернувшись в отель, он сразу же садился за работу и, не разгибая спины, сидел за ней до глубокой ночи. (*И. М. Франк*)

AT THE HOTEL IN STOCKHOLM

At the Grand Hotel, where we stayed, I often visited Igor Evgenievich in his room to discuss science and the events of the day. In rare free evenings the Cherenkovs, Pavel Alekseevich and Maria Alekseevna, and I, led by Igor Evgenievich used to go for dinner to a youth café not far from the hotel. Christmas was coming and in the hotel festive parties were held. The café recommended to Igor Evgenievich by someone of the Swedes was cosy and quiet. Igor Evgenievich, the only one of us who was excellent at English, studied the menu and chose meals for the dinner. There was no orchestra in the café but there was a piano and when we came to the café the pianist used to play some Russian music, most frequently it was something by Chaikovskii. At the beginning our portraits were in the newspapers and as a rule, we were recognized everywhere.

Igor Evgenievich invariably seized the conversation over the dinner speaking about the news he heard or read in the newspapers and sometimes, just remembering something interesting. Talking we relaxed and this ended the working day for everybody except for Igor Evgenievich. Having returned to the hotel he immediately set at work and worked without rest till late at night. (*I. M. Frank*)



Стокгольм, 10 декабря 1958 г. Нобелевские лауреаты после вручения премий. Слева направо: Дж. У. Бидл (США), Э. Л. Тейтум (США), И. Е. Тамм (ФИАН), Ф. Сенгер (Великобритания), П. А. Черенков (ФИАН), И. М. Франк (ФИАН), Дж. Ледерберг (США).

ЦЕРЕМОНИЯ СОГЛАСНО ЭТИКЕТУ

В торжественных случаях мы должны были облачаться во фраки. В действительности фрак – костюм, бесспорно, красивый, строгий и, пожалуй, даже удобный, однако надевать его в первый раз, пока к этому не приспособишься, довольно долго. Главное всё же в том, что он непривычен учёным. Приятно видеть музыкантов, выходящих на сцену во фраках, но сам, надев его, начинаешь чувствовать себя в непривычной роли артиста.

В первый раз, когда мы надели фраки для участия в Нобелевской церемонии, это ощущение усиливалось ещё и тем, что церемония проходила в большом концертном зале. Ожидая выхода на сцену, каждый из нас стоял в паре со шведским академиком. В первой паре справа стоял П. А. Черенков, а рядом, слева от него, профессор Кай Зигбан, за ним я с профессором Ериком Хюльтенем и за мной Игорь Евгеньевич в паре с профессором Иваром Валлером. Мы ждали сигнала, чтобы также парами один за другим выйти на сцену зала. Видимо, я переминался с ноги на ногу, так как Игорь Евгеньевич, протянув вперёд руку, похлопал меня по плечу и сказал: «Не волнуйтесь, как-нибудь сойдёт». Я понял, что и сам он чувствует себя неуютно.

Выйдя на сцену и поклонившись, мы плюхнулись в свои кресла. Только после этого до нашего сознания дошло, что мы-то сидим, а весь зал, сверкая орденами на фраках, вечерними туалетами дам, вместе с королём в центре первого ряда не сидит, а стоит перед нами красочной стеной. Мы в испуге переглянулись, а затем, скосив глаза на наших американских коллег и убедившись, что они также, как и мы, сидят, слегка успокоились: если и нарушили этикет, то не только мы. Оказалось, что не нарушили. (И. М. Франк)

Stockholm, 10 December 1958. Nobel laureates after the Prize awarding ceremony. From left to right: J. W. Biddle (USA), E. L. Teitum (USA), I. E. Tamm (FIAN), F. Senger (Great Britain), P. A. Cherenkov (FIAN), I. M. Frank (FIAN), J. Lederberg (USA).

CEREMONY IN ACCORD WITH ETIQUETTE

For ceremonial events we were to wear tailcoats. In fact, the tailcoat is undeniably a suit which is elegant, of strict style and perhaps even comfortable but to get dressed in it for the first time when you are not used to that, takes quite a long time. The main point is that scientists are unaccustomed to wearing it. It is nice to see musicians in tails walking out on the stage. Yet when you yourself are dressed in it you begin to feel as if you were an actor, which is an unusual role for you.

The first time we wore tailcoats to participate in the Nobel Ceremony, the feeling further strengthened because the ceremony took place in a large concert hall. Waiting for stepping onto the stage each of us stood by the side of a Swedish academician to walk out on the stage in pairs. In the first pair on the right there stood P. A. Cherenkov, on the left next to him there was Prof. Kai Siegban, behind them there stood Prof. Eric Hulton and I, and behind me paired with Ivar Valler there was I. E. Tamm. We were waiting for the signal so that pair by pair we could walk onto the stage. I might have been shifting from one foot to the other as Igor Evgenievich stretched his hand, patted me on the shoulder and said: «Don't worry! It'll go somehow!» I realized that he himself also felt uncomfortable.

On entering the stage we flopped into our chairs. Only then did it come to our consciousness that we were sitting and the whole hall glittering with decorations of honor on their tailcoats and sparkling with ladies' evening dresses together with the king in the middle of the first row were not sitting but standing in front of us as a colorful wall. We looked at each other in fright, then glanced at our American colleagues and having seen that they were seated as well calmed down a little: if we broke the etiquette, we were not alone in this. It turned out that we did not violate the rules. (I. M. Frank)







Беседуют Айна Эрландер – жена премьер-министра Швеции, Тамм, Франк и Черенковы. Стокгольм. 10 декабря 1958 г.

Converse: Aina Erlander – the wife of the Prime Minister of Sweden, Tamm, Frank and the Cherenkovs. December 10, 1958.

О ТОНКОСТЯХ ЦЕРЕМОНИАЛА

10 ноября лауреатов утром ведут в концерт-холл. Там предварительно проделывается весь церемониал, который заключается в том, что лауреаты стоят за кулисами, зал наполняется и, когда пришла королевская семья и король, играют фанфары, впереди идут чиновники, разукрашенные лентами и орденами. Потом в строгом порядке следуют лауреаты и возле каждого – шведский академик. Доходят до ковра, каждый до определённого цветочка на ковре, затем делают поклон и садятся, причём это единственный случай, когда все стоят – и король и королевская фамилия, а лауреаты сидят, причём в строгом порядке: на первом месте физики, потом химики, затем биологи, а у физиков – сначала экспериментаторы и т. д. В строго установленном порядке. Затем выходит Кай Зигбан.

По каждой специальности произносится речь представителем Академии наук, который излагает достоинства и важность работ, сделанных лауреатом. Потом они в определённом порядке спускаются по ступенькам, и король вручает лауреатам дипломы, причём для каждой специальности художник даёт новый рисунок на дипломе, имеющий отношение к данному открытию, в частности, в моём случае это было фиолетово-синее свечение неизвестно чего. Затем вручается большая золотая медаль. Вот мы входим на трибуну. Ниже, в первом ряду, супруга короля, рядом внучки короля, принцессы, члены королевской семьи, сыновья.

Вот процесс вручения, после чего вы должны аккуратно подняться по ступенькам и спуститься, чтобы не повернуться к королю ненадлежащим образом. Этим кончается дневное торжество. (И. Е. Тамм)

ON SUBTLETIES OF THE CEREMONY

On November 10 in the morning, laureates are lead to the concert hall. The whole ceremony is rehearsed, which consists in that the laureates stand in the backstage, the hall fills with the participants of the ceremony and as soon as the royal family and the king come, the fanfares play and ahead march officials decorated with ribbons and orders. Then, in proper order there go laureates with a Swedish academician next to each. They reach the carpet, every laureate stops at a certain flower on the carpet, bows and sits down, with this being the only case when everybody stands, including the king and the royal family, while laureates sit: first – physicists, next – chemists, next – biologists, and the physicists sit as follows: first – experimenters, next – theoreticians, etc. in the strictly established order. Then Kai Zigban comes.

For each specialty a speech is delivered by a representative of the Academy of Sciences in which the merits and importance of the work done by the laureate are outlined. Then in a predefined order they go down the stairs and the king gives the laureates the diplomas each bearing a drawing made by an artist specifically for each specialty. In particular mine showed violet-blue glow of no one knows what. Then, a large gold medal is awarded. Here we come to the podium. Below, in the first row there sits the king's wife, next to her are the king's granddaughters, princesses, members of the royal family, king's sons.

And finally, there comes the awarding procedure when we should carefully go up and down the stairs without turning in an improper way upon the king. This ends the day's celebration (I. E. Tamm)



Обед в Стокгольмской ратуше после вручения Нобелевской премии. Лауреат с принцессой Бригиттой. 10 декабря 1958 г.

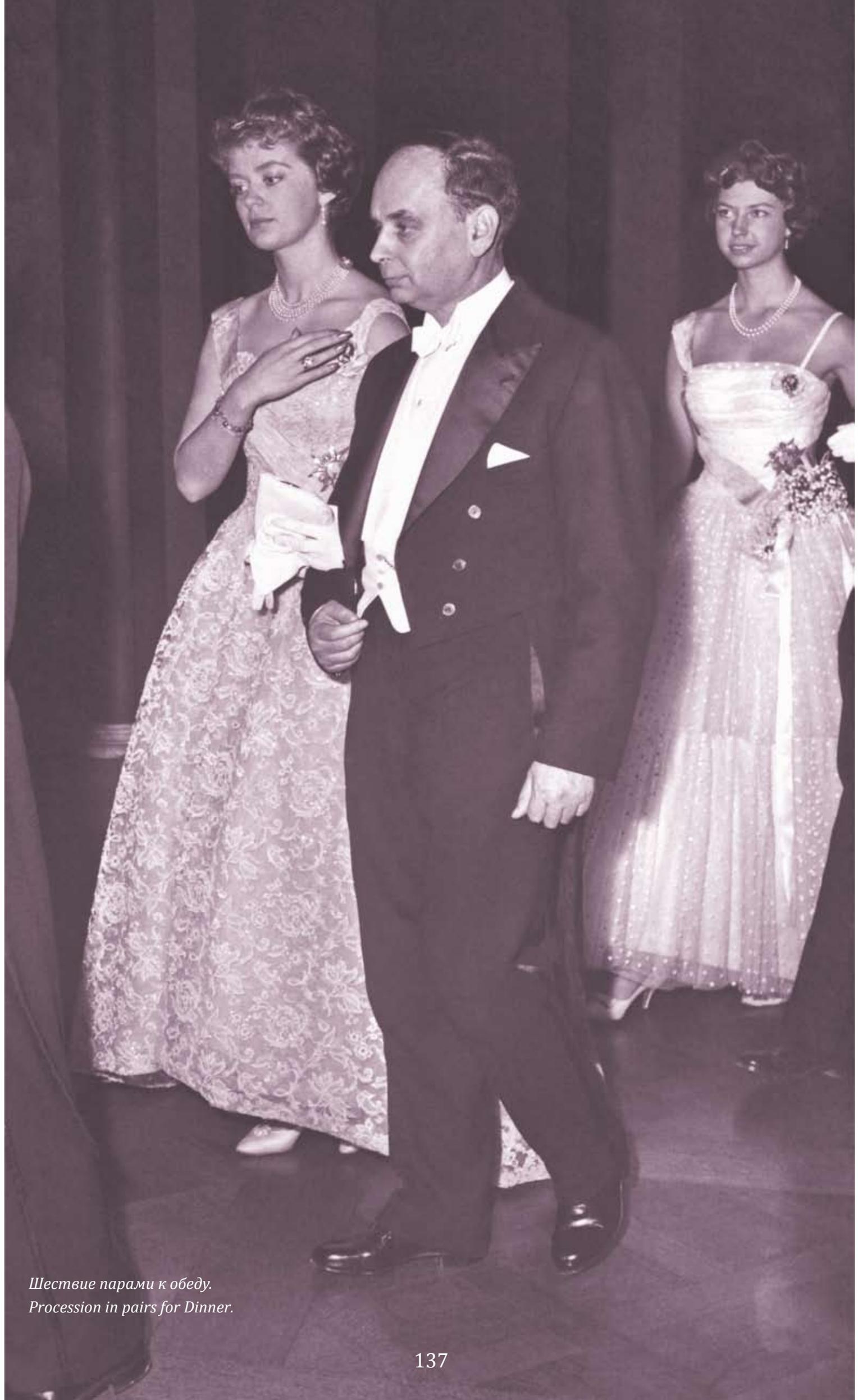
Dinner at the Stockholm City Hall after the Prize Awarding Ceremony. The laureate with Princess Birgitte. December 10, 1958.

ДАМЫ ЛАУРЕАТОВ

Вечером, после вручения королём нобелевских медалей и дипломов, состоялся торжественный обед, на котором лауреаты вместе с королём и премьер-министром, королевской семьёй, наиболее знатными персонами и видными учёными сидели за главным столом (столом Почёта). За обедом от каждой группы лауреатом был произнесён короткий спич, и от нас, конечно, выступал Игорь Евгеньевич. К столу мы шли в определённом порядке: каждый под руку со своей дамой (разумеется, и дама, и место за столом были заранее известны). Моей дамой была внучка короля, принцесса Бригитта – молодая красивая девушка. После нескольких рюмок вина я вполне освоился с ролью кавалера принцессы и нёс какую-то чепуху на «брокен инглиш». Игорь Евгеньевич сидел недалеко от меня, но по другую сторону стола, так что я видел его лицо. И тут я понял, что он явно мне завидует. Дело в том, что его дама была не из королевской фамилии и старше моей, но, разумеется, и он не мог считаться обиженным, так как сидел с одной из первых дам государства. Всё же на следующем приёме Игорю Евгеньевичу была предоставлена возможность взять реванш. Его дамой была королева Швеции, причём слева от него сидела молодая принцесса. Игорь Евгеньевич откровенно радовался и вдохновенно занимал беседой обеих. (И. М. Франк)

LAUREATES' LADIES

In the evening after the king had awarded the Nobel medals and diplomas, the Solemn Dinner took place at which the laureates together with the king, the prime-minister, the royal family and the most notable persons and prominent scientists sat at the main table (the table of Honor). At the dinner, one of each group of laureates made a brief speech and, naturally, it was Igor Evgenievich who spoke on our behalf. To the table we went in the predetermined order arm in arm with our ladies (of course, the lady and the seat at the table were known in advance). My lady was the king's granddaughter, Princess Birgitte – a beautiful young girl. After a few glasses of wine I felt familiar with the role of the princess's gentleman and talked nonsense in «broken English». Igor Evgenievich sat opposite me at the table and I could see his face. Suddenly I realized that he clearly envied me. The matter was that his lady was not from the royal family and she was older than mine, but he could not consider himself offended since he sat next to one of the first ladies of the state. Yet, at the next reception Igor Evgenievich was given the chance to gain revenge. His lady was the Queen of Sweden and on his left he had a young princess. Igor Evgenievich frankly rejoiced and talked enthusiastically entertaining them both. (I. M. Frank)



*Шествие парами к обеду.
Procession in pairs for Dinner.*

*Торжественный банкет
в честь нобелевских лауреатов
в Золотом зале Ратуши.*

*The Solemn Banquette in honor
of the Nobel Laureates in the Golden
Hall of the City Hall.*





РАМКИ ВРЕМЕНИ

Увлечённость Игоря Евгеньевича в те дни, когда мы были во всём так тесно связаны, приводила иногда к трудностям.

Нобелевские лекции мы должны были читать на одном заседании один после другого. Содержание лекций было таково, что первым должен был выступать П. А. Черенков, затем И. Е. Тамм и последним я.

П. А. Черенков хорошо прочёл текст своей лекции по-немецки ровно за 40 минут. Каждому из нас было отведено именно по 40 минут.

Однако Игорь Евгеньевич, начав выступление, сразу же увлёкся и, видимо, забыв, что это Нобелевская лекция, а не семинар, ушёл от заранее написанного текста и начал обсуждать ряд выходящих за его рамки интересных вопросов. Я увидел, что он явно не укладывается в своё время. Вскоре это заметил и он сам. Тут произошло нечто совсем для меня неожиданное. Он вдруг обратился ко мне и сказал: «Илья Михайлович, Вы не уступите мне минут десять своего времени?»

Разумеется, если бы это был просто семинар, то даже спрашивать меня не было бы большой необходимости. Я просто перенёс бы своё выступление полностью или частично на следующее заседание, хотя бы ради того, чтобы послушать Игоря Евгеньевича. Здесь же, естественно, я не мог ни отменить себя, ни даже сократить свою лекцию. Не владея свободно английским языком, я был привязан к заранее написанному и отрепетированному тексту, причём боялся, что на лекции буду читать текст медленнее, чем дома, и что 40 минут мне может даже не хватить. Это было моё первое большое выступление на английском языке и притом, несомненно, ответственное, и, разумеется, я волновался. Накануне я даже читал Игорю Евгеньевичу отдельные страницы своей лекции, чтобы узнать от него, нет ли у меня грубых ошибок в произношении и как воспринимается моё чтение на слух. Игорь Евгеньевич меня ободрил и сказал, что всё будет нормально.

Однако во время лекции, он, видимо, абсолютно забыл обо всём этом. И когда я не ответил на его просьбу, он повторил её вновь, приведя меня в состояние полного испуга. Разумеется, всё обошлось благополучно, так как председатель не ограничил время Игоря Евгеньевича и, конечно, не сокращал моего времени. «Наказаны» были слушатели, просидевшие на наших лекциях лишних двадцать минут. При шведской пунктуальности это было не совсем обычно.

Если я привёл рассказ об этом случае, то только для того, чтобы показать, как велика бывала увлечённость Игоря Евгеньевича работой или обсуждением, что он мог забывать обо всём остальном. (И. М. Франк)



TIME FRAME

In those days when we were so closely linked in everything, the enthusiasm of Igor Evgenievich led to difficulties at times.

We were to present our Nobel lectures one after another at one and the same session. The content of the lectures was such that the first to speak was P. A. Cherenkov, next I. E. Tamm and then me.

P. A. Cherenkov read his lecture well in German in exactly 40 minutes. Each of us was allocated 40 minutes.

Igor Evgenievich, however, having started his speech immediately got carried away and apparently, forgetting that this was a Nobel lecture not a seminar left the pre-written text and started discussing a number of interesting though beyond the scope of his lecture issues. I saw that he clearly did not fit the allocated time. Soon he himself noticed that. What happened



Советские лауреаты в Гётеборгском техническом университете. Слева направо: И. М. Франк, М. А. Черенкова, И. Е. Тамм, П. А. Черенков, профессор университета У. Рюдбек. 16 декабря 1958 г.

Soviet laureates in Goteborg Technical University. From left to right: I. M. Frank, M. A. Cherenkova, I. E. Tamm, P. A. Cherenkov, the professor of the University U. Rydbeck December 16, 1958.

next was quite unexpected for me. He suddenly turned to me and said: «Will you let me have ten minutes of your time?» Of course, if it were just a seminar, he did not need even to ask me. I would simply put my speech, in full or in part, off to the next meeting, at least for the sake of listening to Igor Evgenievich. There, naturally, I could neither cancel nor even make my lecture shorter. Without fluent English I depended on the rehearsed written text and was afraid of exceeding the allocated 40-minute time because of reading the text during the lecture slower than at home. This was my first big speech in English and, undoubtedly, an important one, and I felt nervous of course.

The previous evening I even read some pages to Igor Evgenievich to hear from him if I had any bad pronunciation mistakes and how good my reading was

for comprehension. Igor Evgenievich encouraged me and said that everything would be fine.

In the course of the lecture, however, he seemed to have completely forgotten all that. When I did not respond to his request he repeated it again bringing me into the state of great fright. It goes without saying that everything went well because the Chairman did not limit the time for Igor Evgenievich and did not shorten mine. The «punished» were the listeners who had to stay 20 minutes longer at our lectures. With Swedish punctuality, it was not quite usual.

If I told the story it was with the only purpose to show that Igor Evgenievich was so enthusiastic about either work or discussion that he could forget about all the rest. *(I. M. Frank)*



"УТВЕРЖДАЮ"
Директор ФИАИ
академик: *С. С. Бессмертный*
/С. Н. Вавилов/
"23" октября 1950 г.

АК № А-80 от 22/10/50
Экз. № *2*
Aug. 14 16 25 25 25 25
Рассмотрено
на основании
Замещения
ПФТИ от С. 0699
А

О Т Ч Е Т

О МЕТОДАХ ФИЗИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ

оловянных брусков

Исп. № 0346сс Руководитель: Член-корр. АН СССР
И. М. ФРАНК *И. М. Франк*

Исполнители: И. М. ФРАНК; Э. Л. НАИВРО

Отчет составлен: Э. Л. НАИВРО *Э. Л. Наивро*

АКАДЕМИЯ НАУК СОЮЗА СОВЕТСКИХ СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ РЕСПУБЛИК
ФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМЕНИ П. Н. ЛЕБЕДЕВА

*Рассмотрено
на основании
Замещения
ПФТИ
С. 033
А*

"УТВЕРЖДАЮ"
Директор Физического Инсти-
тута им. П. Н. Лебедева АН СССР
академик
Д. В. Скобелев (Д. В. Скобелев)
"24" июня 1959 года.

Экз. № 1

О Т Ч Е Т

по теме: "ОБНАРУЖЕНИЕ ЗАРЯДОВ "ВВ" В ПОЧВЕ".

Руководитель работы
член-корреспондент АН СССР
И. М. Франк (И. М. Франк)

Исполнители:
инженер *Бетин* (Д. П. Бетин)
инженер *Букарев* (В. А. Букарев)

г. Москва, 1959 год

И. М. Франк и П. А. Черенков
около каскадного генератора –
ускорителя прямого действия.
1958 г.

I. M. Frank and P. A. Cherenkov at
the cascade generator – a direct-
action accelerator. 1958.

Отчёты, выполненные в ФИАНе
под руководством И. М. Франка.

The FIAN reports executed
under the leadership of
I. M. Frank.



Совещание представителей правительств одиннадцати стран – учредителей Объединённого института ядерных исследований. Выступает главный учёный секретарь Президиума АН СССР А. В. Топчиев. Москва, 26 марта 1956 г.

The meeting of the representatives of the governments of eleven countries – founders of the Joint Institute for Nuclear Research. A. V. Topchiev, Chief Secretary of the Presidium of the USSR Academy of Sciences, is speaking. Moscow, March 26, 1956.

После войны в 1947 году по замыслу академика И. В. Курчатова в деревне Ивановко, недалеко от того места, где река Дубна впадает в Волгу, началось строительство уникального предприятия с ускорителем заряженных частиц – синхроциклотрона.

В 1956 году в новом посёлке началось возведение корпусов крупного советского ядерного центра, получившего вскоре название – Объединённый институт ядерных исследований.

А на месте деревни Ивановко появился город Дубна.

According to the plan of Acad. I. V. Kurchatov after the war, in 1947, in the village of Ivankovo not far from the place where the Dubna River flows into the Volga, the development of a unique enterprise with a charged particle accelerator – a synchrocyclotron, began. In 1956 in the new settlement, the construction of buildings for a large Soviet nuclear center which was soon called the Joint Institute for Nuclear Research, started.

And in the place of the village of Ivankovo there emerged the city of Dubna.



Здание синхрофазотрона.

The building of the synchrophasotron.

ДУБНА – ГОРОД ФИЗИКОВ-ЯДЕРЩИКОВ

В 1956 году в Дубне был основан Объединённый институт ядерных исследований. К тому времени там уже работал с 1949 года ускоритель протонов с энергией 680 МэВ и завершалось строительство протонного ускорителя на 10 ГэВ.

Директором ОИЯИ был назначен Д. И. Блохинцев, до этого возглавлявший Физико-энергетический институт в Обнинске, где проводились исследования в области ядерной физики и физики реакторов. В 1955 году Д. И. Блохинцевым была выдвинута идея создания реактора нового типа – реактора периодического действия на быстрых нейтронах (ИБР), и под его руководством начаты проектные работы. Теоретические аспекты данного проекта были разработаны И. И. Бондаренко и Ю. Я. Стависским. *(В. Л. Аксёнов)*

DUBNA – CITY OF NUCLEAR PHYSICISTS

In 1956 in Dubna the Joint Institute for Nuclear Research (JINR) was founded. By that time, the proton accelerator for 680 MeV had been operating there since 1949 and the construction of the proton accelerator for 10 GeV was nearing completion.

D. I. Blokhintsev, who previously headed the Physics and Energy Institute (PEI) in Obninsk where investigations in the field of nuclear physics and reactor physics were conducted, was appointed JINR Director. In 1955, D. I. Blokhintsev suggested building the reactor of a new type – a fast neutron reactor of periodic operation (IBR) and under his leadership, design works began. The theoretical aspects of the project were developed by I. I. Bondarenko and Yu. Ya. Stavisskii. *(V. L. Aksenov)*



Дмитрий Иванович Блохинцев. Физик, один из основателей и первый директор Физико-энергетического института и Объединённого института ядерных исследований.

Dmitrii Ivanovich Blokhintsev. A physicist, one of the founders and the first director of the Physics and Energy Institute and of the Joint Institute for Nuclear Research.



Первая дирекция Объединённого института ядерных исследований (слева направо): И. М. Франк, М. Даныш, В. П. Дзелепов, В. Вотруба, Д. И. Блохинцев, В. Н. Сергиенко, В. И. Векслер, А. М. Рыжов, Н. Н. Боголюбов, Г. Н. Флёров.

The first directorate of the Joint Institute for Nuclear Research (from left to right): I. M. Frank, M. Danysh, V. P. Dzheleпов, V. Votruba, D. I. Blokhintsev, V. N. Sergienko, V. I. Veksler, A. M. Ryzhov, N. N. Bogolubov, G. N. Flerov.

МГУ. С мая 1957г. работаю в Объединённом институте ядерных исследований в должности директора нейтронной лаборатории.

From the autobiography: Since May 1957 I have been working in the Joint Institute for Nuclear Research as Director of the Laboratory of Neutron Physics. I. M. Frank



На Учёном совете ОИЯИ. Слева направо: Д. И. Блохинцев, И. М. Франк, В. П. Джелепов, В. И. Векслер, Н. Н. Боголюбов, В. Вотруба во время перерыва между заседаниями. 14 января 1959 г.

СОЗДАНИЕ ЛАБОРАТОРИИ НЕЙТРОННОЙ ФИЗИКИ

Переехав в Дубну, Д. И. Блохинцев выступил с инициативой построить в Дубне реактор ИБР и организовать Лабораторию нейтронной физики. И. М. Франк стал директором этой лаборатории.

Строительные работы начались в 1957 году, и 23 июня 1960 года реактор был запущен со средней мощностью 1 кВт с частотой повторения импульса от 5 до 50 Гц. *(В. Л. Аксёнов)*

CREATING OF LABORATORY OF NEUTRON PHYSICS

Having moved to Dubna D. I. Blokhintsev came up with the initiative to build an IBR reactor and organize the Laboratory of Neutron Physics. I. M. Frank became Director of the Laboratory.

The construction started in 1957 and on June 23 the reactor was put into operation for an average power of 1 kW and the pulse repetition rate from 5Hz to 50 Hz. *(V. L. Aksenov)*



At the meeting of the JINR Scientific Council (from left to right): D. I. Blokhintsev, I. M. Frank, V. P. Dzheleпов, V. I. Veksler, N. N. Bogolubov, V. Votruba during the break between the sessions. January 14, 1959.

«ПОТОПИЛИ АДМИРАЛА»

23 июня 1960 года состоялся физический пуск реактора. Руководителем пуска был Ю. Я. Ставиский, возглавлявший группу Обнинского ФЭИ, которая внесла громадный вклад в создание реактора. На пульте реактора находились Д. И. Блохинцев и И. М. Франк.

Это был праздник всей молодой лаборатории. Помню, как отец радостно сообщил мне, что наконец-то они «потопили адмирала». Мне не надо было объяснять смысл этой шутки. Годом раньше вышла книга Лауры Ферми «Атомы у нас дома», где среди прочего рассказывалось о небольшом празднике, который устроил Э. Ферми с сотрудниками после пуска первого в мире реактора в Чикаго. Не имея возможности объяснить повод для торжества (работы, разумеется, были засекречены), Ферми объяснил жене, что они празднуют победу американского флота, потопившего японский корабль с адмиралом на борту.

В ноябре 1960 года Илья Михайлович сделал доклад на IX сессии Учёного совета ОИЯИ с отчётом о создании реактора, результатах его испытания и программе ядерно-физических исследований с ним. По существу, это был доклад о рождении новой лаборатории. К счастью, он сохранился, поскольку был опубликован в качестве препринта ОИЯИ. (А. И. Франк)

«SANK THE ADMIRAL»

On June 23, 1960 the physical startup of the reactor took place. The startup was led by Yu. Ya. Staviskii, whose group in PEI (Obninsk) made a great contribution to the creation of the reactor. D. I. Blokhintsev and I. M. Frank were at the reactor control panel.

It was a festivity for everybody in the young laboratory. I remember my father telling me happily that they finally «sank the admiral». There was no need to explain me the meaning of the joke. A year earlier, Laura Fermi's book «Atoms at Our Home», was published. The book, among others, contained the story about a small feast organized by E. Fermi and colleagues on the occasion of the startup of the world's first reactor in Chicago. Being unable to explain the cause of the celebration (the work was classified as secret of course) he told his wife that they celebrated the victory of the American fleet that sank the Japanese ship with an admiral aboard.

In November 1960, at the IX Session of the JINR Scientific Council, Ilia Mikhailovich made a report on the creation of the reactor, the reactor testing results and the program of physical research on the reactor.

In essence, it was a report about the birth of a new laboratory. Fortunately, the text of the report survived as it was published as a JINR Preprint. (A. I. Frank)



Слева направо: Г. П. Жуков, Ф. Л. Шапиро, И. М. Франк.

From left to right: G. P. Zhukov, F. L. Shapiro, I. M. Frank.

НА ПЕРВОМ РЕАКТОРЕ

Нашей группе довелось в 1960 г. ставить первый живой эксперимент на первом реакторе – измерение радиационного захвата нейтронов в серебряной мишени. Детектор представлял собой 400-литровый жидкий сцинтиллятор. Он был установлен на пролётной базе 750 метров от реактора, импульсы передавались по кабелям в 44-е здание. У анализатора столпилось много сотрудников, и среди них был директор – всем не терпелось увидеть результаты. И когда через пару часов на экран была выведена картина спектра, радости не было предела. Всем запомнилась фраза Ильи Михайловича: «Смотрите, какая мухобойная штука!» – он имел в виду множество зарегистрированных нейтронных резонансов.

В течение ряда последующих лет это направление нейтронной спектроскопии являлось в лаборатории одним из основных, и Илья Михайлович всегда интересовался нашими работами. Для наших учителей – руководителей Ф. Л. Шапиро и И. М. Франка – было характерно постоянное стремление двигаться вперёд, не довольствоваться достигнутыми успехами. После того как новорождённый ИБР (ещё без номера) проработал год или полтора, уже начали думать, как поднять его мощность, улучшить другие параметры. (*Л. Б. Пикельнер*)

AT THE FIRST REACTOR

In 1960, our group staged the first live experiment at the first reactor to measure the radiative neutron capture in a silver target. The detector was a 400-liter liquid scintillator. It was positioned at a path length of 750 m from the reactor and the pulses were transmitted over cables to building 44. The employees, the director was among them, crowded around the analyzer. Everybody was eager to see the result. And when in a couple of hours the spectrum was displayed on the screen, there was no limit to joy. Many remember Ilia Mikhailovich's phrase: «Look! What a fly swatting thing!» – having in mind a great number of registered neutron resonances.

In the course of many years to follow this direction of neutron spectroscopy remained one of the main ones in the laboratory and Ilia Mikhailovich was always interested in our work.

Characteristic of our teachers – leaders, F. L. Shapiro and I. M. Frank, was their never seizing desire to move forward and not be satisfied with the achieved. After the new-born IBR (without the number yet) had operated for a year or a year and a half we began thinking about how to raise the power and improve the other parameters of the reactor. (*L. B. Pikelner*)



А. Л. Минц и И. М. Франк.

A. L. Mints and I. M. Frank.

«КОРАБЛЬ НЕЙТРОННОЙ НАУКИ»

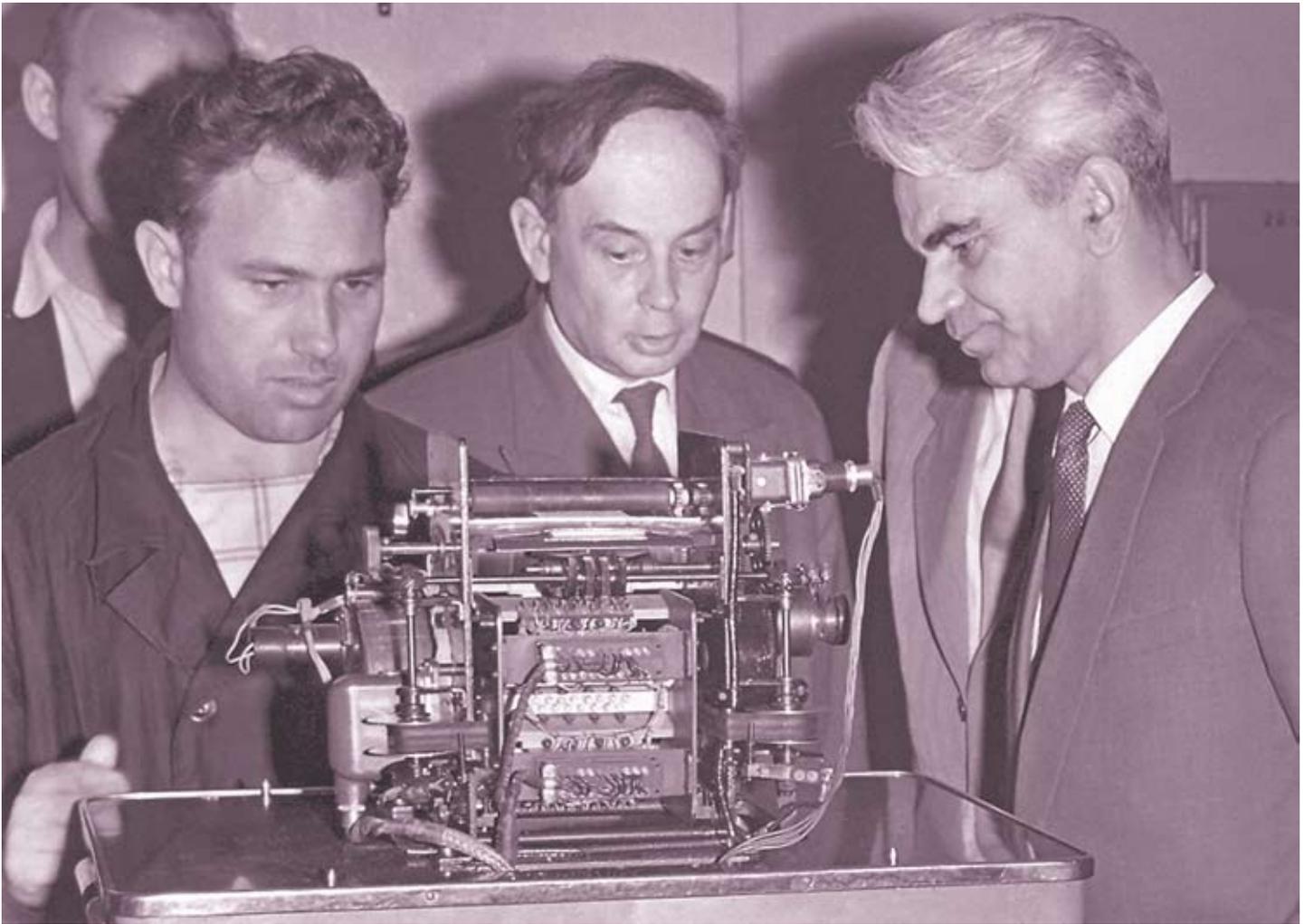
Нормальная жизнь ЛНФ началась с переезда в новое здание № 44. Там у И. М. Франка появился просторный кабинет с мягкой мебелью. Доступ в него всегда был открыт и в отсутствие хозяина – проводились лабораторные семинары и встречи с именитыми гостями (у нас в комнате до сих пор стоит зеленоватое кресло-стул, на котором, как помнится, однажды сидел Нильс Бор). Вскоре в своём небольшом кабинете, по соседству с директорским, обосновался и Фёдор Львович Шапиро, тоже оставивший Москву и ФИАН.

Становление лаборатории завершилось успешным пуском ИБРа и началом экспериментов на нём. Сложился коллектив, возникли и закрепились традиции, «корабль нейтронной науки», ведомый мудрым капитаном и его верным помощником, отправился в плавание. Проходили десятилетия, лаборатория росла, появлялись новые нейтронные источники и новые люди, менялся город... А тот особый климат «лаборатории Франка», или «нейтронки», спокойный и благоприятный, сохранялся. Да и по сей день он в какой-то мере остался. (Г. С. Самосват)

«NEUTRON SCIENCE SHIP»

The normal life of LNP began with moving to new building No. 44. There, I. M. Frank had a spacious study-room with soft furniture. It was always on open access. In the absence of the host seminars or meetings with distinguished guests were held there (in our room we still have a greenish chair on which Niels Bohr once sat, as I recall). Soon, in a small study-room next door to the Director's Fyodor Lvovich Shapiro, who also left Moscow and FIAN, settled.

The formation of the Laboratory has successfully completed with the startup of the reactor and the beginning of experiments on it. The collective has been formed, traditions have arisen and entrenched, «the neutron science ship» led by a wise captain and his faithful assistant has set sail. Decades passed, the laboratory was growing, new sources and new people were appearing, the town was changing... But that particular climate of «Frank's laboratory», or «neutronki», calm and favorable, was preserved. And to this day, it has remained to some extent. (G. S. Samosvat)



*М. В. Келдыш в лаборатории И. М. Франка в Дубне.
Слева – инженер Николай Лузанов. 1964 г.*

*M. V. Keldysh in the Laboratory of I. M. Frank in Dubna.
On the left – the engineer Nikolai Luzanov. 1964.*

ОБЪЕДИНЕНИЕ ДОСТОИНСТВ

Время строительства реактора И. М. Франк и его ученик Ф. Л. Шапиро использовали для подготовки учёных и разработки программы исследований на реакторе, поэтому, как только реактор был запущен, началось проведение научных экспериментов. В 1962 году были опубликованы первые результаты экспериментов в области ядерной спектроскопии с помощью нейтронов, которые показали, что новый реактор является очень эффективной установкой для проведения ядерно-физических исследований.

Ширина импульса 50 мкс была, однако, велика для ядерно-физических экспериментов. Чтобы устранить этот недостаток, было предложено использовать импульсный электронный ускоритель в качестве инжектора.

Идея объединения достоинств ускорителя и реактора впервые реализована в Харуэлле в 1959 году. Отличительной чертой установки, построенной в Дубне в 1964 году, была дополнительная модуляция реактивности, которая позволяла получить коэффициент размножения нейтронов, равный 200 вместо 10 на стационарном бустере в Харуэлле, и уменьшить длительность импульса до 4 мкс. (В. Л. Аксёнов)

MERGING OF MERITS

I. M. Frank and his former student F. L. Shapiro used the time of the construction of the reactor for the training of scientists and development of the research program for the reactor. Therefore, as soon as the reactor was put into operation, scientific experiments started. In 1962, there were published the first results of experiments in the field of neutron-aided nuclear spectroscopy, which demonstrated the new reactor to be quite an effective installation for conducting nuclear physics experiments.

The pulse width of 50 μ s was however too big for nuclear physics experiments. To eliminate the drawback it was suggested that a pulsed electron accelerator should be used as an injector.

The idea of merging the advantages of an accelerator and a reactor was first realized in Harwell in 1959. A distinctive feature of the facility built in Dubna was additional modulation of reactivity, which allowed having the neutron multiplication coefficient of 200 instead of 10 at the stationary booster in Harwell and at the same time, reducing the pulse duration to 4 μ s. (V. L. Aksenov)



*В экспериментальном зале ИБР. Слева направо: ?,
Ю. П. Попов, И. М. Франк.*

*In the IBR experimental hall.
From left to right: ?, Yu. P. Popov, I. M. Frank*

Вероятно, никто, кроме самых близких Илье Михайловичу людей, не мог тогда знать, как трудно ему было в то время. Осенью 1960 года мама была уже не просто больна, а больна тяжело и безнадежно. Она умерла 11 декабря 1960 года на руках отца, попрощавшись накануне со мной и со своей сестрой Верой Абрамовной. (А. И. Франк)

Probably no one but his nearest could know what a hard time it was for Ilya Mikhailovich. In the autumn of 1960 my mother was not just seriously ill, she was past recovery. She died at the hands of my father on December 11, 1960 having bidden farewell to me and her sister Vera Abramovna the day before. (A. I. Frank)



ВИЗИТ НИЛЬСА БОРА

В мае 1961 года, за 16 месяцев до своей смерти, великий физик Нильс Бор совершил двухнедельную поездку в СССР. В Москве он трижды посетил ФИАН. После краткой беседы в кабинете Д. В. Скобельцына пошли осматривать некоторые лаборатории. Бору показали автоматическую установку для просмотра фотоэмульсионных треков, синхротрон Петухова на 700 МэВ, лазер Басова, установку для ориентирования ядер Прохорова. Бор предпочёл осматривать установки, а не разговаривать с теоретиками. (Е. Л. Фейнберг)

VISIT OF NIELS BOHR

In May 1961, 16 months before his death, the great physicist Niels Bohr made a two-week trip to the USSR. In Moscow he visited FIAN three times. Having held a brief conversation in D. V. Skobeltsyn's office they went to see some of the laboratories. Bohr was shown an automated setup for viewing photoemulsion tracks, the Petukhov synchrotron for 700 MeV, the Basov laser, and the Prokhorov setup for the orientation of nuclei. Bohr preferred to see experimental facilities rather than speak to theoreticians. (E. L. Feinberg)

Нильс Бор в ФИАНе. 1961 г.

Слева направо: Нильс Бор, И. Е. Тамм (сидит спиной), И. Д. Рожанский, Е. Л. Фейнберг, Н. А. Добротин, В. Л. Гинзбург, И. М. Франк.

Niels Bohr in FIAN. 1961.

From left to right: N. Bohr, I. E. Tamm, I. D. Rozhanskii, E. L. Feinberg, N. A. Dobrotin, V. L. Ginzburg, I. M. Frank.

Слева направо: Е. Л. Фейнберг, Н. Бор, Г. Б. Жданов, Д. В. Скобельцын, О. Бор, В. Л. Гинзбург, И. М. Франк.

From left to right: E. L. Feinberg, N. Bohr, G. B. Zhdanov, D. V. Skobeltsyn, O. Bohr, V. L. Ginzburg, I. M. Frank.



АЛУШТИНСКИЕ ШКОЛЫ

С Ильёй Михайловичем в 1960–1970-е гг. мы общались нечасто. В основном это происходило во время знаменитых школ по нейтронной физике в Алуште. Они проходили каждые четыре года в течение двух недель: одна неделя посвящалась ядерной физике, вторая – физике конденсированного состояния.

И. М. Франк уделял большое внимание этим школам, он присутствовал на всех лекциях, участвовал в экскурсионных поездках, к нему всегда можно было подойти с вопросом или разговором. Он как-то умел создавать атмосферу значительности и в то же время демократичности и лёгкости. Можно без преувеличения сказать, что Алуштинские школы заметно влияли на развитие нейтронной физики в странах-участницах ОИЯИ, и в этом большая заслуга И. М. Франка.
(В. Л. Аксёнов)

ALUSHTA SCHOOLS

In the 1960's – 1970's I did not communicate frequently with Ilya Mikhailovich. This was mainly during famous schools on neutron physics in Alushta. They were held for two weeks every four years, with one week being dedicated to nuclear physics and the other to the physics of condensed state.

I. M. Frank paid great attention to the Schools. He attended every lecture, went on sightseeing tours, he could always be approached with a question or conversation. He could somehow create the atmosphere of significance and at the same time, that of democracy and ease. One can say without overestimating that the Alushta Schools influenced in a significant way the development of neutron physics in the JINR member-states, which is a great merit of I. M. Frank.
(V. L. Aksenov)

Международный симпозиум по прямым взаимодействиям и механизмам ядерных реакций. Падуя, 3–8 сентября 1962 г.

The International Symposium of Direct Interactions and Mechanisms of Nuclear Reactions. Padua, September 3–8, 1962.





*Выступление И. М. Франка на 70-летию
С. И. Вавилова. 1961 г.*

*The speech by I. M. Frank on the occasion of the 70th
anniversary of S. I. Vavilov. 1961.*





ВОСПОМИНАНИЯ ОБ УЧИТЕЛЯХ И КОЛЛЕГАХ

Много душевных сил и труда вложил Илья Михайлович в написание очерков-воспоминаний, воссоздающих научные и человеческие портреты своих учителей в науке, коллег и друзей: С. И. Вавилова, И. Е. Тамма, В. И. Векслера, М. А. Леонтовича. Вызывает восхищение не только глубокое содержание этих очерков, но также стройность и логика изложения. Такими же содержательными и тщательно продуманными были и его устные выступления, которые мне довелось слышать. При этом Илья Михайлович был поразительно самокритичен и требователен к тому, что выходило из-под его пера, о чём свидетельствует такое его замечание: «Отец писал очень хорошо. Что же касается меня, то, лишённый литературного таланта, и понимая это, я обычно по пять-шесть раз переписывал написанное, в результате множество моих работ так и остались неопубликованными».

Илья Михайлович, несомненно, стремился к совершенству изложения, следуя примеру своего любимого учителя С. И. Вавилова, о стиле которого Е. Л. Фейнберг писал: «Пушкинская простота, ясность и наполненность языка его книг таковы, что их хочется читать вслух как художественное произведение». (А. Г. Франк)

MEMORIES ABOUT TEACHERS AND COLLEAGUES

Ilya Mikhailovich put great soulful effort and much labor into his essays-memoirs recreating scientific and human portraits of his teachers in science, of colleagues and friends: S. I. Vavilov, I. E. Tamm, V. I. Veksler, M. A. Leontovich. The essays win admiration not only because of the depth of rendering but also because of the harmony and logic of presentation. His speeches which I had the opportunity to listen to were also deep in content and carefully thought out. At the same time, Ilya Mikhailovich was strikingly self-critical and demanding of what came out from under his pen, the evidence of which is the remark of his: «My father was very good at writing. As for me, being deprived of the literary talent and knowing this I, as a rule, rewrote the already written five or six times, which resulted in that many of my works remained unpublished». Undoubtedly, Ilya Mikhailovich aspired to approach the perfection of the style of his dear teacher S. I. Vavilov about whose style E. L. Feinberg wrote: «Pushkin's simplicity, clarity and richness of the language of his books are such that one wants to read them aloud as if it were a book of fiction». (A. G. Frank)

МЕТОД ВРЕМЕНИ ПРОЛЁТА В ДИФРАКЦИИ НЕЙТРОНОВ

В 1963 году на реакторе ИБР впервые был реализован метод времени пролёта в дифракции нейтронов, что неосуществимо для света. Этот метод был предложен польским физиком П. Бурасом в 1962 году в Кракове, он же инициировал эксперименты на реакторе ИБР.

После успешных экспериментов в Дубне метод времени пролёта в дифракции нейтронов получил широкое распространение в мире. Дальнейшее принципиальное развитие этот метод получил в конце 1980-х – начале 1990-х гг. уже на реакторе ИБР-2, что позволило проводить прецизионные структурные исследования. Эти работы разрушили существовавшее предубеждение относительно ограниченности возможностей реактора ИБР-2, как источника с длинным импульсом, для таких исследований и, по существу, вывели реактор ИБР-2 в ряд ведущих в мире источников нейтронов. показали перспективность источников с длинным импульсом. (В. Л. Аксёнов)

ОПЫТЫ ПО ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОМУ НАБЛЮДЕНИЮ УЛЬТРАХОЛОДНЫХ НЕЙТРОНОВ

В 1968 году группой Ф. Л. Шапиро на реакторе ИБР были проведены первые в мире успешные опыты по экспериментальному наблюдению ультрахолодных нейтронов (УХН) и их накоплению. Особенность УХН состоит в том, что они имеют длину волны, соответствующую оптической области спектра, и отражение их от многих веществ аналогично отражению света от металлов. Однако, в отличие от света, нейтрон имеет массу покоя, а скорость УХН меньше 6 м/с, поэтому время нахождения УХН в замкнутой полости теоретически ограничено лишь временем их жизни до β -распада. Ф. Л. Шапиро предполагал использовать газ УХН для измерения электрического дипольного момента нейтрона, наличие которого свидетельствовало бы о нарушении временной инвариантности. В дальнейшем эксперименты были продолжены на реакторах непрерывного действия.

В настоящее время все ведущие нейтронные центры мира имеют или создают каналы УХН, исследования с их использованием интенсивно развиваются. И. М. Франка очень интересовала оптика УХН, и он выполнил целый ряд работ в этом направлении, в частности разработал теорию дисперсии нейтронных волн и предложил идею нейтронного микроскопа. (В. Л. Аксёнов)



THE TIME-OF-FLIGHT METHOD IN NEUTRON DIFFRACTION

In 1963 at the reactor IBR the time-of-flight method in neutron diffraction unfeasible for light was realized for the first time. The method was proposed by the Polish physicist P. Buras in Cracow and it was him who initiated the experiments at IBR. Successful experiments in Dubna prompted the wide spread use of the time-of-flight method in neutron diffraction over the world. The method was further development in a fundamental way in the late 1980's – early 1990's at the IBR-2 reactor, which allowed carrying out precise structural investigations. The work violated the existing biased opinion about limited application of the IBR-2 reactor, the source with a long pulse, for such investigations and, in fact, put the IBR-2 on a par with leading neutron sources in the world by demonstrating the potential of long-pulse sources. (V. L. Aksenov)



*Слева направо: Г. Палевский, И. М. Франк,
Ф. Л. Шапиро, Б. А. Бенецкий.*

*From left to right: G. Palevskii, I. M. Frank,
F. L. Shapiro, B. A. Benetskii*

EXPERIMENTS ON OBSERVATION OF ULTRACOLD NEUTRONS

In 1968 at the IBR reactor the group headed by F. L. Shapiro performed the world's first successful experiments on observation and accumulation of ultracold neutrons (UCN). The peculiarity of UCN consists in that they have the wavelength corresponding to the optical region of the spectrum and their reflection from many substances is analogous to that of light from metals. However, unlike light the neutron has a rest mass and the velocity of UCN is lower than 6 m/s. As a result, theoretically, the time they stay in a closed cavity is only limited by their time of life before they experience β -decay. F. L. Shapiro intended to use the UCN gas for measuring the electric dipole moment of

the neutron whose existence would evidence in favor of the violation of time invariance. The experiments were further carried out on reactors of continuous operation. At the present time all the leading neutron centers in the world have or construct UCN channels. The UCN-aided research is intensely developing. I. M. Frank was very interested in the optics of UCN. He performed a series of works in this direction. In particular, he developed the theory of neutron wave dispersion and advanced the idea of the neutron microscope. (*V. L. Aksenov*)



Илья Михайлович с внуком Илюшей. 1964 г.

Ilya Mikhailovich with his grandson Ilyusha. 1964.

ВТОРОЙ БРАК

В 1966 году отец женился во второй раз – на Марине Михайловне Назаровой (Губерт), с которой был знаком до этого много лет. Она была лечащим врачом мамы. У Марины Михайловны было двое детей, и пока дети учились, она большую часть времени проводила в Москве. Позже ситуация изменилась, и в последние годы жизни отца она была с ним рядом. *(А. И. Франк)*

Каждый день, где бы Илья Михайлович ни находился, утром я звонила ему, чтобы уточнить все дела на день, сообщить о новостях в лаборатории, если он болел или был в отъезде.

Иногда к телефону сначала подходила Марина Михайловна. Мягкий, добрый, интеллигентный человек, она подарила Илье Михайловичу многие годы жизни. Как трогательно она за ним ухаживала, как много делала для него, всегда оставаясь в тени. Но мы все знали, что она значила для него, как волновался Илья Михайлович, если жена задерживалась в Москве. *(Н. А. Малышева)*

SECOND MARRIAGE.

In 1966 my father married second time. He married Marina Mikhailovna Nazarova (Hubert) who he had known for many years. She was my mother's doctor. Marina Mikhailovna had two children and when they studied at school she spent most of the time in Moscow. Later the situation changed and in the last years of my father's life she was with him. *(A. I. Frank)*

Every day in the morning wherever he was, I called Ilya Mikhailovich to learn the arrangements for the day or to tell him about the news in the Laboratory if he was not well or was away.

Sometimes, it was Marina Mikhailovna who answered the phone. A gentle, kind, intelligent person, she gave him many years of life. How touchingly she took care of him, how much she did for him remaining in his shadow all the time. We all knew, however, what she was for him, how worried Ilya Mikhailovich was if his wife lingered on in Moscow. *(N. A. Malysheva)*



С супругой Мариной Михайловной и В. Л. Аксёновым.

With his wife, Marina Mikhailovna, and V. L. Aksenov.



Илья Михайлович, Марина Михайловна Франк и Изабелла Сосновска (в центре) в гостях у семьи Штайерлов в Мюнхене.

The Franks, Marina Mikhailovna and Ilia Mikhailovich, and Sosnowska Isabella (in the center) on their visit to the Steyerls in Munich.

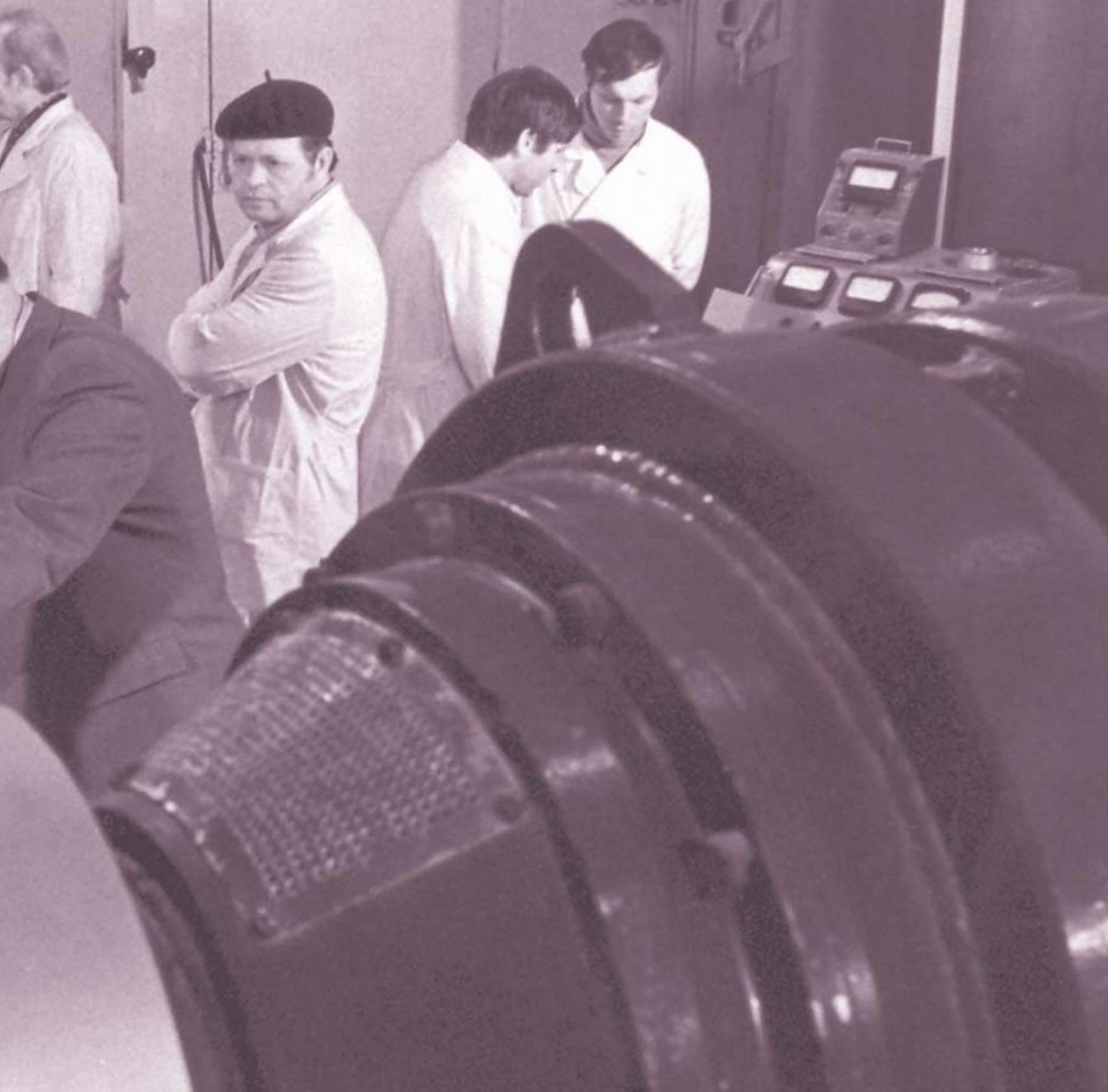


НОВЫЙ ИМПУЛЬСНЫЙ РЕАКТОР

В 1964 году начались работы по проектированию нового импульсного реактора периодического действия (ИБР-2), который должен был давать в импульсе поток нейтронов $10^{16} \text{ см}^{-2} \text{ с}^{-1}$. Для того чтобы иметь поток с данной плотностью нейтронов, необходимо генерировать мощность в несколько мегаватт. Конструкция нового реактора отвечала этому требованию.

Главной трудностью, которую надо было преодолеть, была проблема перегрева. Её удалось

успешно решить с помощью введения в конструкцию реактора подвижного отражателя для модуляции реактивности. В 1969 г. начались строительные работы. 9 апреля 1982 г. получена средняя мощность 2 МВт, что соответствовало импульсной мощности 1500 МВт и плотности потока нейтронов на поверхности замедлителя $10^{16} \text{ нейтр./см}^2 \text{ с}$.
(В. Л. Аксёнов)

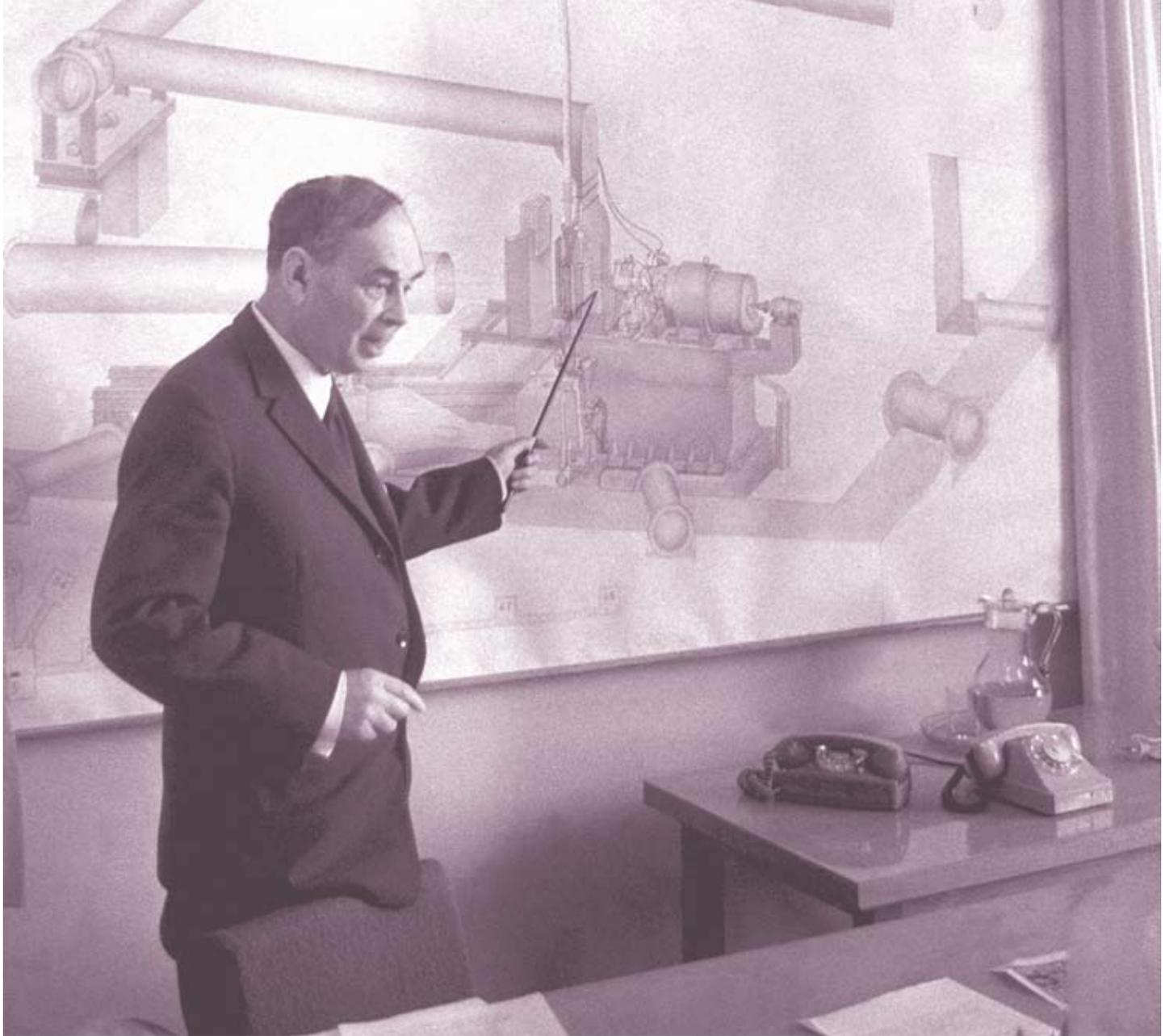


NEW PULSED REACTOR

In 1964, work to design a new pulsed reactor of periodic operation (IBR-2) that was to yield a neutron flux of $10^{16} \text{ cm}^{-2} \text{ sec}^{-1}$ in the pulse, began. To have the neutron flux of such density, it is necessary to generate the power of several megawatts. The design of the new reactor satisfied the requirement.

The main problem that had to be solved was that of overheating. It was successfully solved by introducing

a movable reflector for reactivity modulation into the structure of the reactor. In 1969, the construction started. On April 9, 1982, an average power of 2 MW was obtained, which corresponded to the power in the pulse of 1500 MW and the neutron flux density on the surface of the moderator of $10^{16} \text{ cm}^{-2} \text{ sec}^{-1}$.
(V. L. Aksenov)



И. М. Франк у схемы реактора ИБР.

I. M. Frank stands by the schematic lay-out of the IBR-2 reactor.

НЕОЖИДАННОЕ ПРЕДЛОЖЕНИЕ

Сразу после окончания института, в 1959 году, я стал участником большой и важной работы: шла критическая сборка нашего первого реактора. Встреча, которая стала решающей для меня, произошла позднее, в ноябре 1966 года. В лаборатории уже зрела идея создания нового мощного реактора, и я, работая начальником смены на ИБР, конечно, слышал об этом. Но то, что займу в новом перспективном проекте ведущую роль, буду работать под руководством двух корифеев – Ильи Михайловича Франка и Дмитрия Ивановича Блохинцева, – я и представить себе не мог...

И вот однажды, когда я работал в вечернюю смену, неожиданно раздался звонок – Илья Михайлович хочет со мной встретиться. «Хорошо, я сейчас подойду». – «Нет, ни в коем случае. Приду к Вам сам». Я был очень удивлён, хотя хорошо знал, что директор не любил «сдёргивать» людей с места и вызывать к себе в кабинет... Буквально через 10 минут Илья Михайлович появился у пульта управления ИБР: «У Вас нет возможности со мной прогуляться?» Я оделся, мы вышли на улицу и стали прогу-

ливаться в сумерках по лесным дорожкам – там, где сейчас здание ИБР-2. Илья Михайлович начал мне рассказывать о том, что появилась возможность начать в нашей лаборатории строительство нового реактора, об исследованиях, которые будут на нём проводиться... И вдруг – как снег на голову: «На должности главного инженера я хотел бы видеть Вас». Я не знал, что ответить, и начал говорить, что молод (мне был тогда 31 год), что ещё мало опыта, что, наверное, мне не справиться. Согласившись со всеми этими доводами, Илья Михайлович добавил: «Но когда-то Вам надо будет с чего-то серьёзного начинать. Очень прошу, не отказывайтесь! Хотя предупреждаю – на Вас будут вешать столько всяких «собак»! Но я обещаю, что буду Вам помогать...»

Я очень хорошо тогда запомнил его слова и попросил какое-то время подумать. На следующий день я выразил согласие. С тех пор и началась наша тесная совместная работа. Длинная и трудная дорога была пройдена мною рядом с этим замечательным человеком. (В. Д. Ананьев)

UNEXPECTED PROPOSAL

Immediately after graduation in 1959, I became a participant of large and important work: critical assembly of our first reactor was under way. The meeting, which was decisive for me, occurred later, in November 1966. The idea of creating a new powerful reactor was maturing in the laboratory and I, who was chief of shift then, heard about that, of course. Yet, the fact that I will take the lead in the new promising project and will work under supervision of two such luminaries as Iliia Mikhailovich Frank and Dmitrii Ivanovich Blokhintsev – I would not even imagine.

And one day, I was on the evening shift, I heard a phone call – Iliia Mikhailovich wants to see me. «Okay, I'll be right there». «No way! I'll come to you myself». I was very surprised, though I knew that the director did not like to pull people off work and ask them to come to his office... Literally in 10 minutes Iliia Mikhailovich appeared in the IBR control room: «Is it possible that you have a walk with me?» I got dressed and we went out to walk in the twilight along the forest paths where the building of the IBR-2 is now.

Iliia Mikhailovich was telling me about the possibility of starting the construction of a new reactor in our Laboratory and also, about the research that could be conducted on it...

And all of a sudden, like snow in summer: « I would like you to take the position of chief engineer». I did not know what to say and began talking about my being too young (I was 31 then), having little experience, and about my being not likely to cope with the task.

Iliia Mikhailovich agreed with all my arguments and added: «One day, however, you will have to start with something serious. I ask you very much not to refuse. Although I warn you, they will hang on you all the «dogs»! But I promise I will be at your side...»

I remember his words well. I asked him to let me think for a while. The next day I accepted his proposal. Since then our close cooperation began. I went a hard long way by the side of that remarkable man. (V. D. Ananiev)



У подвижного отражателя ИБР-2 обсуждают результаты эксперимента. Слева направо: И. М. Франк, В. Д. Воробьёв, Ю. С. Язвический, В. Д. Ананьев и В. К. Титков. 27 октября 1976 г.

Standing by the movable reflector of IBR-2 discussing the experimental results. From left to right: I. M. Frank, V. D. Vorobiev, Yu. S. Yazvitskii, V. D. Ananiev, V. K. Titkov. October 27, 1976.



*Монтаж корпуса реактора ИБР-2.
Слева – директор ЛНФ акад. И. М. Франк. 1976 г.*

*Assembling the IBR-2 reactor jacket. On the left –
Acad. I. M. Frank, LNP Director. 1976.*

БЕЗ ПРАВА НА ОШИБКУ

Особенно запечатлелись в памяти самые напряжённые годы, начиная с 1977-го, когда осуществлялся физический пуск реактора, а позднее – энергетический. В этот период ИБР-2 поглощал у директора лаборатории значительную часть времени: много было забот с проведением различных комиссий, с трудом решались некоторые организационные вопросы, часто обсуждались технические проблемы. Каждый шаг на реакторе делался впервые, каждый эксперимент на нём – пионерский. Надо при этом отметить, что наш институт никогда не был реакторным центром, это не его профиль. Здесь был накоплен громадный опыт в создании ускорительных установок.

Работа «без права на ошибку» требовала от И. М. Франка – как директора и научного руководителя проекта ИБР-2 (он стал им после кончины Д. И. Блохинцева) – напряжения всех сил. Научный руководитель должен был находиться чуть ли не на пульте вместе с персоналом – не дай Бог, что-нибудь может произойти. Но в этом было своё рациональное зерно, своя логика – к этому выводу мы пришли позднее, а тогда мы работали как на минном поле, ни в коем случае нельзя было оступиться: была бы дискредитирована идея реактора. И не знаю, как бы сложилась судьба всей лаборатории и каждого из нас в отдельности. (В. Д. Ананьев)

WITHOUT RIGHT FOR ERROR

The most intense years (beginning from 1977), the time of the physical and later of the power startup, are especially memorable. During that period the IBR-2 took a considerable part of the Director's time, there were many concerns due to various commissions, some of the organizational problems were difficult to solve, technical issues were often discussed. Every step was made for the first time, every experiment was a pioneer one. It should be noted that before, our Institute had never been a reactor center, this was not its specialty. Vast experience in the creation of accelerator facilities was being accumulated by the Institute.

The work «without the right for error» required extreme effort from I. M. Frank as a Director and Scientific Supervisor of the IBR-2 project (he was appointed the latter after D. I. Blokhintsev's death). The Scientific Supervisor was supposed to be at the control panel together with the staff – God forbid! Something may happen. There was a kernel of good sense in that, however, its own logic, the conclusion that we came to later. But at the time we worked as if we were walking on the minefield, by no means, a false step was not to be made – the idea of the reactor would have been discredited, and I do not know what would have happened to the Laboratory and to each of us. (V. D. Ananiev)



*Загрузка тепловыделяющих элементов в зону ИБР-2.
Loading of the fuel elements into the IBR-2 active zone.*



У пульта управления главный инженер ИБР-2 В. Д. Ананьев и директор ЛНФ И. М. Франк.

V. D. Ananiev, IBR-2 Chief Engineer, and I. M. Frank, LNP Director, by the control panel.

НАДЁЖНЫЙ ТЫЛ КОЛЛЕКТИВА

Илья Михайлович очень тонко понимал людей, умел их подбадривать, успокаивать при неудачах и трудностях. Мы были тогда ещё молодыми людьми, а Илье Михайловичу – уже за 70. Но он стойчески выдерживал напряжённые условия. Когда что-то не складывалось, то приходилось всё перепроверять по 10 раз, эксперименты на реакторе затягивались до глубокой ночи, но Илья Михайлович всегда ждал моего звонка и в подробностях расспрашивал, чем закончился рабочий день, волновался и сопереживал вместе с нами.

Помню, у нас возникли проблемы, когда готовили натриевый контур. Произошло, можно сказать, «ЧП местного масштаба», которое далеко отбрасывало нас от намеченной цели. Да к тому же в Дубне всё разносилось мгновенно, обрастало всякими слухами.

Узнав о произошедшем, Илья Михайлович очень расстроился. Пока мы разобрались, что к чему, наступила уже почти ночь, я был не в состоянии рассказывать обо всём по телефону и отправился к директору домой, зная, что он в любое время готов обсуждать возникающие проблемы. На мне, конечно, тогда лица не было, и Илья Михайлович это сразу заметил, старался всячески успокоить. (В. Д. Ананьев)

RELIABLE COLLECTIVE

Ilia Mikhailovich had keen perception of people, he could cheer them up or calm them down in failures or difficulties. We were still young then while he was over 70 already. Nevertheless, he stoically stood the tough conditions. If something did not work and we had to double-check 10 times, the experiments went on till late at night and Ilia Mikhailovich always waited for the call from me to know the details of how the working day ended sharing our worries and concerns.

I remember that we had some problems in the course of preparing the sodium circuit. One might say there was «an emergency on a local scale» which threw us back far from our goal. Moreover, the news, as everything in Dubna, spread fast and was aggravated with rumors.

On learning about what happened Ilia Mikhailovich was very upset. It was almost late at night when we figured out what was wrong. I was not able to speak about that on the phone and went straight home to him as I knew that the Director was ready to discuss urgent problems any time. I changed in countenance, of course, and Ilia Mikhailovich noticed that at once. He did everything to calm me down. (V. D. Ananiev)





У Ильи Михайловича была привычка со всеми здороваться за руку. Помню, ещё работая в отделе радиоэлектроники, я зашла в главный корпус ЛНФ и встретила в коридоре кого-то из знакомых. Около нас остановился пожилой человек, поздоровался за руку с моим собеседником, а потом также почтительно – со мной. Как же я была удивлена, когда услышала, что это был директор лаборатории. Позднее узнала о другой его привычке: Илья Михайлович никогда не вызывал секретаря к себе в кабинет по телефону или какими-нибудь другими «звуковыми сигналами». Он всегда выходил в приёмную сам, сам спускался на второй этаж к чертёжнице Нине Николаевне Жуковой. (Н. А. Малышева)

Ilya Mikhailovich had a habit of shaking hands with everyone. I remember when working in the Department of Electronics I went to the LNP main building and met an acquaintance of mine in the corridor. An elderly man came up to us, shook hands with the person I talked to and then shook hands respectfully with me. How surprised I was when I heard that it was the director of the laboratory. Later I learned about another habit of his: he never called for his secretary by phone or by any other kind of «sound signal». He himself used to go out into the waiting room or go down to the second floor to Nina Nikolaevna Zhukova, draftsman. (N. A. Malysheva)



Вручение ордена Трудового Красного Знамени. И. М. Франк среди награждённых – в верхнем ряду второй слева.
6 ноября 1968 г.

Presentation with the Order of the Red Banner of Labor. I. M. Frank among the awardees in the top row second on the left. November 6, 1968.



Указ о награждении члена-корреспондента Академии наук СССР И. М. Франка орденом Трудового Красного Знамени. 1968 г.

The decree on awarding the Corresponding Member of the USSR Academy of Sciences I. M. Frank with the Order of the Red Banner of Labor. 1968.



На банкете по случаю избрания И. М. Франка академиком АН СССР. Гостиница «Россия», 1968 г.

Слева направо: Александр Ильич, Илья Михайлович, Глеб Михайлович и Анна Глебовна.

At the banquet on the occasion of the election Academician of the USSR Academy of Sciences of I. M. Frank. The hotel «Rossiya», 1966. From left to right: Aleksandr Iliich, Ilia Mikhailovich, Gleb Mikhailovich, Anna Glebovna.

БРАТЬЯ-АКАДЕМИКИ

Будучи очень похожими внешне, братья Франк были очень разными. Брызжущий какой-то внутренней энергией Глеб был прирождённым лидером, Илье, напротив, была свойственна внутренняя сосредоточенность и некоторая погружённость в себя.

В послевоенные годы оба они были вовлечены в исследования атомных вопросов. По прямому поручению И. В. Курчатова Глеб Михайлович в 1946–1952 гг. возглавлял Радиационную лабораторию № 8, впоследствии превратившуюся в Институт биофизики АМН СССР, и был одним из основоположников радиационной медицины в стране. Велики его заслуги и в формировании космической медицины.

Оба брата стали лауреатами Сталинской премии: Глеб – в 1951-м, Илья – в 1954 году. В 1945 году Глеб стал членом-корреспондентом Академии медицинских наук и в 1960-м – членом-корреспондентом АН СССР. С 1957 года Глеб – директор Института биофизики, а впоследствии и глава Пущинского научного центра, организатором которого фактически и являлся. Илья Михайлович в это время – директор лаборатории в Дубне. Оба они стали академиками: Г. М. Франк – в 1966 году, а И. М. Франк – в 1968-м. (А. И. Франк)

BROTHERS-ACADEMICIANS

The Frank brothers being much similar in appearance were very different. Gleb sparkling with inner energy was a born leader, Ilia, on the contrary, was inner concentrated and a kind of immersed in his own self.

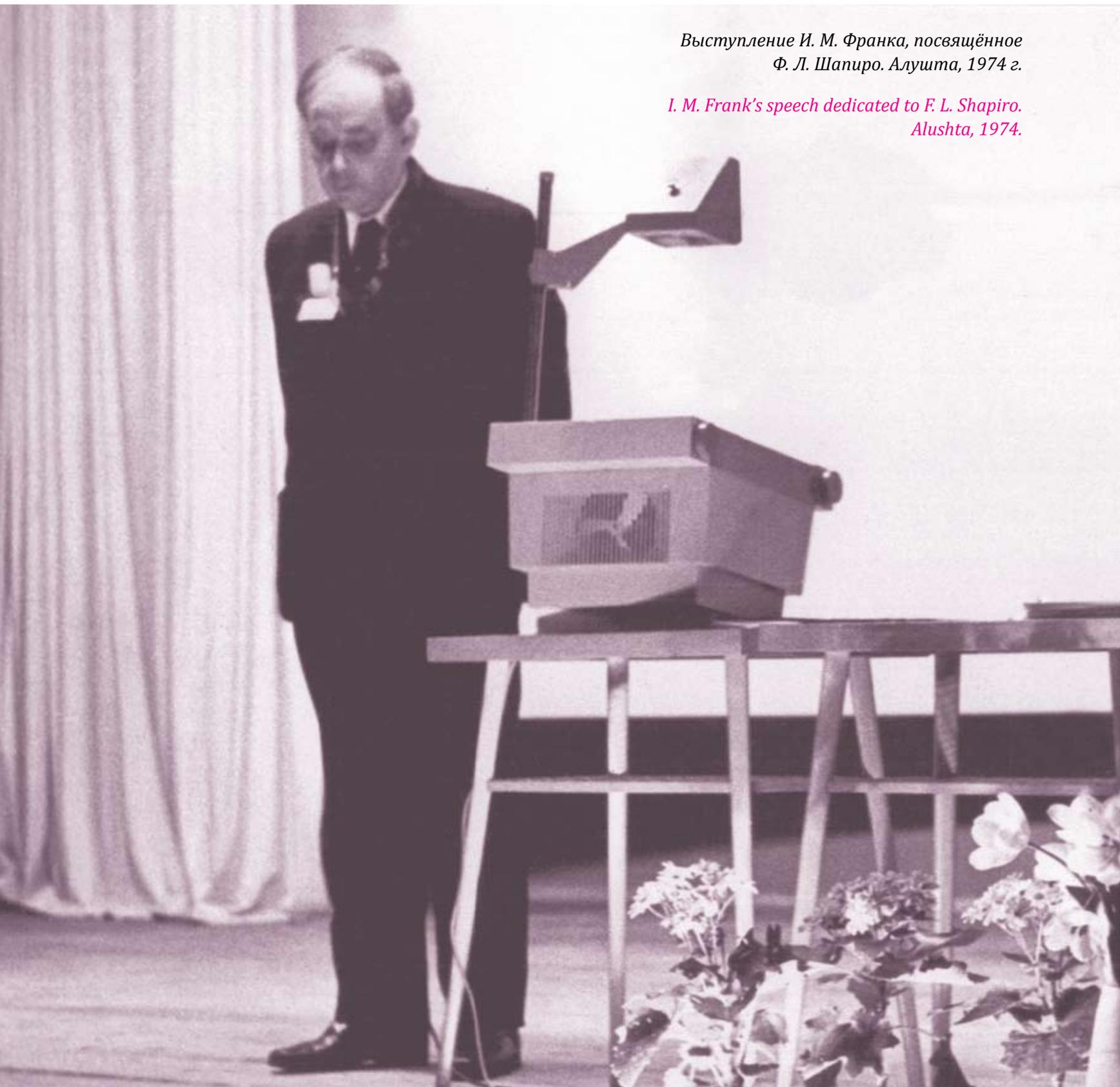
In the postwar years they were both involved in atomic research. In the 1946–1952 years by the direct order of I. V. Kurchatov, Gleb Mikhailovich was appointed Head of Radiation Laboratory No. 8 later transformed into the Institute of Biophysics of the USSR Academy of Medical Sciences and was one of the founders of radiation medicine in the country. Great is his contribution to the development of space medicine.

Both brothers were awarded the Stalin Prize: Gleb – in 1951, Ilia – in 1954. In 1945, Gleb was elected Corresponding Member of the USSR Academy of Medical Sciences and in 1960 – Corresponding Member of the USSR Academy of Sciences. In 1957, Gleb became Director of the Institute of Biophysics and later, head of Puschino Scientific Center that he actually organized. At the time, Ilia Mikhailovich was Director of the Laboratory of Neutron Physics in Dubna. They both were elected academicians: G. M. Frank – in 1966, I. M. Frank – in 1968. (A. I. Frank)

*Илья Михайлович Франк с сыном
Александром Ильичём Франком.*

*Ilya Mikhailovich Frank with his son,
Aleksandr Iliich Frank.*





*Выступление И. М. Франка, посвящённое
Ф. Л. Шапиро. Алушта, 1974 г.*

*I. M. Frank's speech dedicated to F. L. Shapiro.
Alushta, 1974.*

ВЫШЕ ПРЕДРАССУДКОВ

Для меня Илья Михайлович был не только большим авторитетом, но и человеком, с которым можно говорить о любых проблемах, даже тех, что не считались общепринятыми. Он очень уважал религию, знал много из истории религии и считал, что религиозные убеждения людей достойны понимания.

Для него не было ограничений в стремлении помочь человеку, который находится в трудном положении. При тяжёлом заболевании Фёдора

Львовича Шапиро он постарался и организовал приезд из Болгарии в Дубну «нетрадиционного врача» д-ра Богданова, который создал лекарственное средство, подходящее для такого случая. Позже И. М. Франк посетил в Болгарии лабораторию Богданова и организовал исследование его лекарства в России. И хотя результат не был положительным, желание спасти замечательного человека и учёного Ф. Л. Шапиро было выше любых предрассудков и предостережений. *(Н. Янева)*



В январе 1973 года скончался Фёдор Львович Шапиро. Илья Михайлович тяжело переживал эту потерю как утрату лично близкого ему человека. Кроме того, он ясно понимал, что эта потеря невозможна и для лаборатории. Однако вклад Ф. Л. Шапиро в формирование научной программы лаборатории был столь велик, что в течение ещё долгих лет его ученики продолжали развивать работы, начатые под его руководством. (А. И. Франк)

In January 1973, Fyodor Lvovich Shapiro passed away. It was hard for Ilia Mikhailovich to bear the loss, the loss of a close person. Furthermore, he clearly understood that the loss was irreparable for the Laboratory. The contribution of F. L. Shapiro to the research program of the Laboratory was, however, so great that for many years his followers continued development of the investigations begun under his leadership. (A. I. Frank)

ABOVE PREJUDICE

For me, Ilia Mikhailovich was not only a person of high authority but also the one with whom you could talk about any problems, including those that are not considered generally accepted.

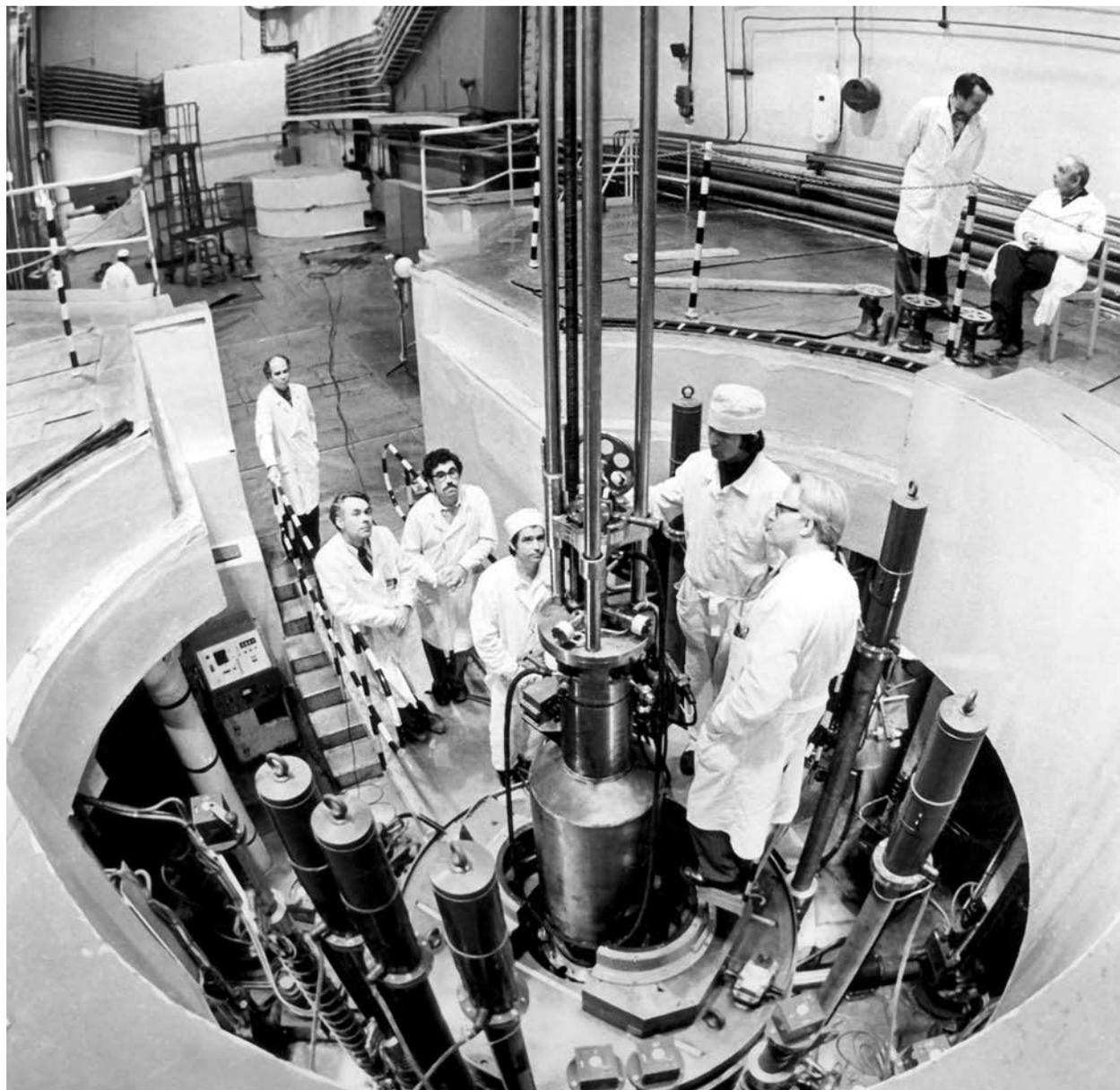
He had great respect for religion, he knew a great deal from the history of religion, and he was convinced that religious beliefs deserve understanding.

No restrictions existed for him in his desire to help a person in a difficult situation. When Fyodor Lvovich Shapiro fell seriously ill he did his best to organize the

visit from Bulgaria to Dubna of the «nontraditional doctor» Bogdanov who developed a remedy suitable for the case. Later, I. M. Frank visited Bogdanov's laboratory in Bulgaria and initiated analysis of his remedies in Russia. Although the result was not positive, in his desire to save a remarkable person and scientist he neglected warnings and prejudice. (N. Yaneva)



*Монтаж реактора
ИБР-2. И. М. Франк
на фотографии справа
в верхнем правом углу.*



*The IBR-2 active zone,
the 22-liter tank into
which fuel (plutonium
dioxide) is loaded. The
tank is in the reactor
jacket. On the photo:
I. M. Frank in the top
right corner on the right.*



У пульта управления ИБР-2. Справа – И. М. Франк и Д. И. Блохинцев.

By the IBR-2 control panel. On the right – I. M. Frank and D. I. Blokhintsev.

ПУСК ИБР-2

Физический пуск реактора ИБР-2 состоялся 30 ноября 1977 года. И опять, как и 17 лет тому назад, в пультовом журнале появилась запись об этом событии. И опять среди многих подписей под ней одной из первых стояла подпись Ильи Михайловича. После этого начался длительный и мучительный период испытаний аппарата и его энергетического пуска. Ещё шесть долгих лет продолжалась эта работа. Конечно, это было очень трудно для всех её участников, включая, разумеется, и Илью Михайловича. Каждый следующий шаг требовал не только подробного анализа результатов предшествующих работ, но и многочисленных согласований и разрешений. Эта работа потребовала просто стайерской выносливости от коллектива реактора во главе с его главным инженером В. Д. Ананьевым. Оба они, и Владимир Дмитриевич, и Илья Михайлович, делали всё возможное, чтобы поддержать в коллективе дух спокойной работы и уверенности в её успешном завершении.

Но, так или иначе, работа была сделана, реактор вступил в строй и стал одним из лучших в мире источников нейтронов для исследовательских целей, оставаясь таковым и поныне. Лучшего памятника директору лаборатории и быть не может. (А. И. Франк)

IBR-2 STARTUP

The IBR-2 physical startup took place on November 30, 1977. And again, like 17 years ago, the event was recorded in the control panel register. And again, among many signatures at the bottom of the record, one of the first was the signature of Ilia Mikhailovich. After this, there followed a long and painful period of testing the facility and preparation for the power startup. The work continued for another six long years. It was a hard time for everybody on the project, including Ilia Mikhailovich, of course. Every next step required not only careful analysis of the work done but also receiving numerous approvals and permits. This demanded of the reactor team headed by V. D. Ananiev, the IBR-2 chief engineer, the endurance of a stayer. Both of them, Vladimir Dmitrievich and Ilia Mikhailovich, did their best to support the spirit of ease and confidence in success in the team. Yet, one way or another, the work was done, the reactor was put into operation and became one of the best neutron sources for research purposes in the world, remaining such today. No better monument to the Director of the Laboratory there could be. (A. I. Frank)



И. М. Франк принимает в ЛНФ гостей. Слева направо: Ю. Н. Денисов, В. М. Сидоров, И. М. Матор, Е. П. Велихов. 1980 г.

I. M. Frank receives guests to LNP: (from left to right) Yu. N. Denisov, V. M. Sidorov, I. M. Matora, E. P. Velikhov. 1980.

«ДЕМПФИРУЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО»

У Ильи Михайловича не всегда складывались хорошие отношения в центральной дирекции ОИЯИ. Но когда возникали какие-то трудности, он умел находить компромиссные решения, которые могли бы сгладить противоречия. На директорских совещаниях, где разговоры зачастую велись в резких тонах, Илья Михайлович служил неким демпфирующим устройством, и, как многие потом вспоминали, такой стиль поведения – спокойствие, мягкость, уравновешенность – помогали общему делу. На заседаниях Учёного совета, на конференциях он всегда говорил медленно, тихо, не спеша, но никогда не выходил за рамки регламента, успевая сказать всё, что считал нужным. И даже выступая перед людьми, далёкими от науки, он мог объяснить самые сложные вещи просто, ясно, доступно. (Л. Б. Пикельнер)

«DAMPING DEVICE»

Not always Ilia Mikhailovich was on good terms with the JINR central directorate. But whenever frictions arose he was able to find a compromise smoothing the contradictions. During the meetings of the directorate disputes were often in harsh tones, Ilia Mikhailovich served as a kind of a damping device and as later many recollected, his calm, soft, even-tempered behavior helped the common cause. At Scientific Council meetings and at conferences he spoke slowly, quietly without any hurry, and never breaking the time limit he, however, managed to say everything he considered necessary. Even speaking to people far from science he could explain most complicated things in a simple, easy to understand way. (L. B. Pikelner)



Посещение ИБР-2 в ЛНФ. Слева направо: В. Д. Ананьев, Е. П. Велихов, В. И. Луциков, И. М. Франк, И. М. Матора, Ю. Н. Денисов. 1980 г.

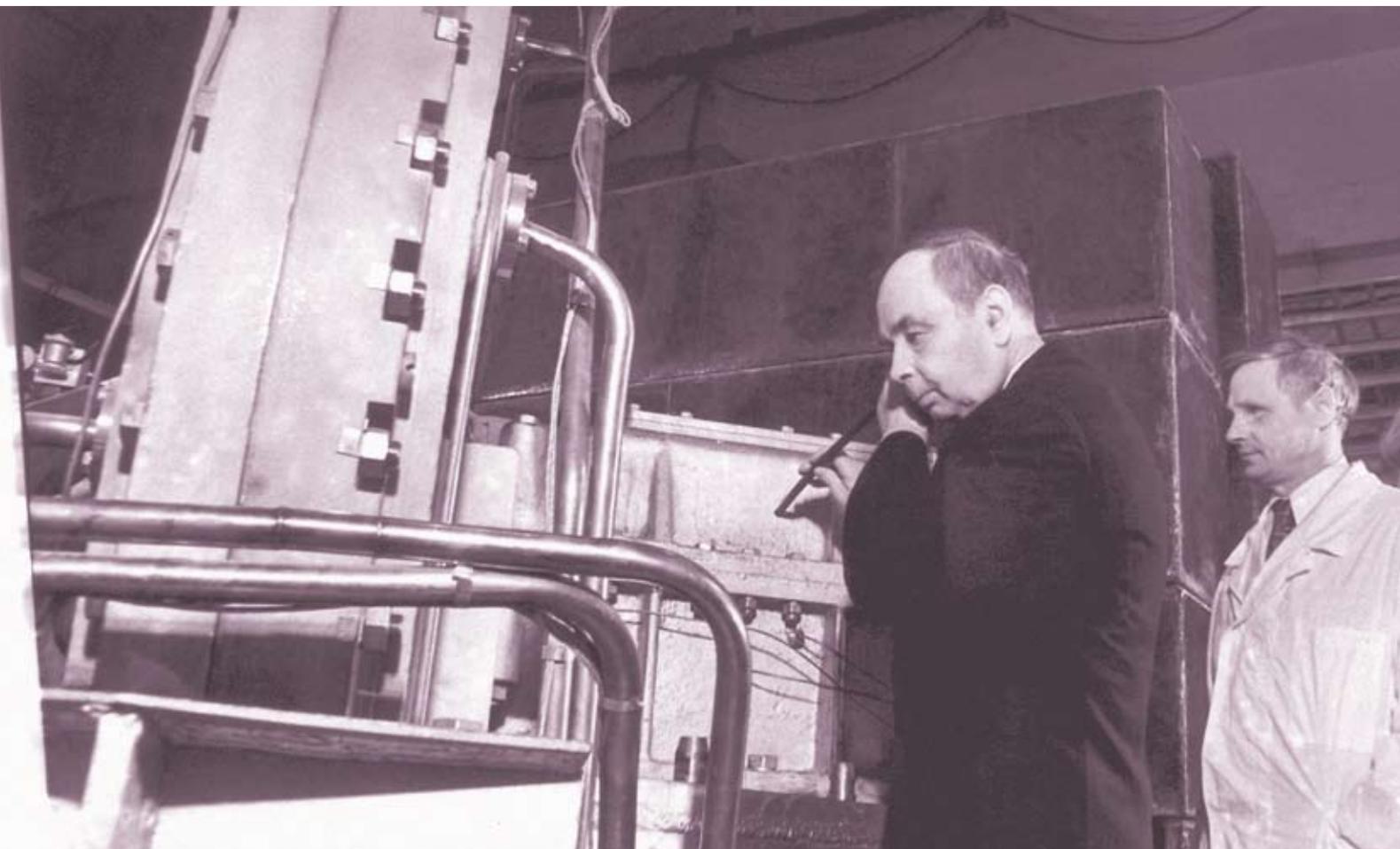
Visit to the IBR-2 in LNP. From left to right V. D. Ananiev, E. P. Velikhov, V. I. Luschikov, I. M. Frank, I. M. Matora, Yu. N. Denisov. 1980.

ДЕМОКРАТИЧНЫЙ РУКОВОДИТЕЛЬ

Есть разные руководители, разный стиль руководства, в том числе и жёсткий, когда проводят свою линию, игнорируя иной раз интересы других людей. Такое немислимо было представить в нашей лаборатории: Илья Михайлович Франк предоставлял возможность свободного научного общения, научного творчества. Это ощущалось в общем руководстве ЛНФ: двум начальникам научных отделов – Ю. М. Останевичу и Л. Б. Пикельнеру – была предоставлена полная свобода в постановке задач, выборе направлений и путей их решения. С таким же подходом относился Илья Михайлович и к организации лабораторных семинаров, за руководство которыми он взялся после кончины Ф. Л. Шапира. Свобода изложения своей точки зрения на семинарах только приветствовалась. Причём Илья Михайлович – академик, Нобелевский лауреат, учёный с богатейшим научным и жизненным опытом – никогда не стеснялся задавать простые, даже наивные вопросы и хотел получить на них ответы. Это не каждому дано! На моём пути встретились только два человека – Фёдор Львович Шапиро и Илья Михайлович Франк, общение с которыми в любой обстановке, на любом уровне стимулировало не только научную работу, но и вообще жизнь. (Э. И. Шарпов)

DEMOCRATIC LEADER

There are different leaders, different styles of guidance, including a tough one when they pursue their own line ignoring at times the interests of other people. This was unthinkable in our Laboratory – Ilia Mikhailovich gave the opportunity of free scientific communication, scientific creativity. This was felt in the general guidance of LNP: two heads of departments, Yu. M. Ostanovich and L. B. Pikelner, were free at setting tasks, defining directions and seeking for the ways of problem solution. Ilia Mikhailovich employed the same approach to organization of the Laboratory seminars whose supervision he started to exercise after the death of F. L. Shapiro. Free presentation of one's own point of view was welcomed at the seminars. At that, Ilia Mikhailovich – an academician, Nobel laureate, scientist with a wealth of scientific and life experience – never hesitated to ask simple and even naïve questions and expected them to be answered. This is not for everyone! In my way I have met just two people – Fyodor Lvovich Shapiro and Ilia Mikailovich Frank – communication with whom in any situation, at any level stimulated not only research but also life in general. (E. I. Sharapov)



БИОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЕКТЫ

В 70-х годах И. М. Франк начал активно «пропагандировать» биологическую тему. Более чётко предложенную им тему можно сформулировать так: «Изучение атомной и надатомной структуры биологических макромолекул методом рассеяния нейтронов».

В июне 1972 года, сразу после моего возвращения в ЛНФ из рядов Советской армии, Илья Михайлович пригласил меня к себе и сказал, что они с Фёдором Львовичем Шапиро посоветовались и решили, что я, во-первых, должен перейти работать в отдел Ю. М. Останевича и, во-вторых, должен взять на себя развитие в ЛНФ нейтронных дифракционных методов структурного анализа. Я пытался более-менее решительно отказываться, мотивируя тем, что хотел бы продолжить работу с Ю. А. Александровым, у которого перед армией делал диплом по измерению когерентных длин рассеяния изотопов вольфрама, ничего не понимаю в биологии, мало понимаю в дифракции и т. д. Видно было, что мои аргументы произвели на Илью Михайловича не очень большое впечатление, он посоветовал мне побеседовать ещё с Ф. Л. Шапиро.

От Фёдора Львовича я услышал несколько сильных аргументов: биологическая тематика очень важна, он в меня очень верит, больше некому сейчас начать новые исследования, меня отправят на ста-

жировку за границу. Против доводов Ф. Л. Шапиро мне устоять не удалось.

По инициативе И. М. Франка начали проводиться семинары, на которые он приглашал с докладами очень известных ученых-биологов. Они способствовали приобретению нашими физиками начальных знаний в современной биологии.

Большинство идей, обсуждавшихся в начале 70-х годов с И. М. Франком, оказались правильными с точки зрения реализации биологической программы. Очень успешно действует малоугловой спектрометр нейтронов, недавно названный ЮМО – в честь Ю. М. Останевича. На нём исследуются рибосомы, везикулы, мицеллы, липосомы и другие биологические или близкие к таковым объекты. К сожалению, структурно-дифракционную биологическую программу удалось воплотить в меньшей степени, чем малоугловую. На ИБР-2, в основном с помощью дифрактометра ДН-2, весьма успешно изучается структура липидных мембран, приготовленных в виде мультислоёв, но для дифракционных исследований кристаллов белков экспериментальных возможностей оказалось недостаточно.

Сформировалось новое для лаборатории, да и для всей нейтронной физики в России, направление, у истоков которого стоял Илья Михайлович Франк. (А. М. Балагуров)

BIOLOGICAL PROJECTS

In the 1970's I. M. Frank began to actively «propagandize» the biological theme. The theme he proposed can, more exactly, be formulated as follows: «Study of atomic and subatomic structures of biological molecules by means of neutron scattering».

In June 1972 right after my return to LNP from the Soviet Army Ilia Mikhailovich invited me to him to say that he together with Fyodor Lvovich Shapiro decided that firstly, I should go over to the Department headed by Yu. M. Ostanovich and secondly, I should take over the development of neutron diffraction methods for structural analysis in LNP. I tried to refuse more or less resolutely by reason of that I would like to continue my work with Yu. A. Alexandrov under whose supervision I had done my diploma work on the measurement of coherent scattering lengths of tungsten isotopes before I was drafted to the army, that I understood nothing in biology, little knew about diffraction, etc. It was evident that my arguments did not make much impression on Ilia Mikhailovich and he advised me that I should talk with F. L. Shapiro as well.

I heard several strong arguments from F. L. Shapiro: the biological direction is very important, he believes in me very much, there is no one else to start the new research, I will be sent abroad for training. I could not resist the arguments of F. L. Shapiro.

On the initiative of I. M. Frank there started seminars to which well-known scientists-biologists were invited with reports. They contributed to gaining initial knowledge in modern biology by our scientists.

Most ideas that were discussed with I. M. Frank in the early 1970's appeared to be correct from the viewpoint of the realization of the biological program. The small-angle neutron spectrometer, that recently got the name YUMO in honor of Yu. M. Ostanovich, operates successfully. It is used to investigate ribosomes, vesicles, micelles, liposomes and other biological or close to them objects. Unfortunately, we managed to realize the structural-diffraction biological program to a less extent than the small-angle one. At IBR-2 on the diffractometer DN-2 there is successfully studied the structure of lipid membranes prepared as multilayers. For diffraction investigations of protein crystals, however, the experimental possibilities turned out to be insufficient.

The research new for the Laboratory and for neutron physics as a whole in Russia was formed and Ilia Mikhailovich Frank stood at the origin of the direction. (*A. M. Balagurov*).



ПАМЯТИ ОТЦА

К 100-летию со дня рождения своего отца, Михаила Людвиговича Франка, Илья Михайлович подготовил большую статью о его жизненном пути и научном творчестве. В декабре 1978 года И. М. Франк выступил с воспоминаниями о Михаиле Людвиговиче на юбилейном заседании кафедры высшей математики Ленинградского политехнического института, посвящённом 100-летию со дня рождения М. Л. Франка.

Мне посчастливилось присутствовать на этом заседании, где выступили также некоторые профессора кафедры высшей математики, которые сначала были студентами Михаила Людвиговича, а потом работали вместе с ним. Все они отмечали, что М. Л. Франк был блестящим лектором и обладал исключительным личным обаянием. *(А. Г. Франк)*

ПОСЛЕДНИЙ ДЕНЬ РОЖДЕНИЯ БРАТА

24 мая 1979 года Глебу Михайловичу Франку исполнилось бы 75 лет. Случилось так, что за три года до этого, именно в такой же майский день 1976 года, я приехал из Дубны в Москву, совсем забыв о дне рождения Глеба. Он позвонил мне и сказал: «Ильяша, ты, наверное, забыл? Не огорчайся, я тоже в прошлый раз забыл о твоём дне рождения. Заходите к нам».

В последние несколько лет мы жили в одном доме: я с семьёй на 10-м этаже, а он – на 7-м. Встречаться было просто, и всё же мы виделись не очень часто. Я почти постоянно жил в Дубне, а Глеб часто бывал в Пущино. И вот мне посчастливилось последний день рождения при жизни Глеба провести вместе с ним и вместе отпраздновать. Вышло так, что пришли мой сын с женой и моим внуком и старшая дочка Глеба Ася. Было по-семейному хорошо, и я совсем не думал, что мы встречаемся за праздничным столом в последний раз.

Несмотря на нашу всегдашнюю дружбу, моё отношение к Глебу было отношением младшего брата к старшему, в какой-то мере считавшего себя находящимся на его попечении. И сейчас даже я не понимаю, почему мы очень мало рассказывали друг

IN MEMORY OF FATHER

To mark the 100-th anniversary of the birth of his father, Mikhail Ludwigovich Frank,

Ilya Mikhailovich prepared a large article about his life and scientific work. In December 1978, I. M. Frank made a speech in memory of Mikhail Ludwigovich at the session of the Chair of Higher Mathematics of Leningrad Polytechnic Institute dedicated to the 100-th anniversary of M. L. Frank.

I was fortunate to attend the session at which some professors of the Chair of Higher Mathematics who were students of and then worked with Mikhail Ludwigovich took the floor. All of them noted that Mikhail Ludwigovich was a brilliant lecturer and was a man of exceptional personal magnetism. *(A. G. Frank)*

другу о себе. Тем не менее Глеб неизменно и умело приходил мне на помощь в дни болезней или иных бед. Что касается меня, то, может, только в последние пятнадцать лет, после первого его инфаркта, я отчётливо ощутил и свою долю ответственности за его судьбу.

У нас, как ни странно, нет совместных работ, и хотя мы часто говорили о науке, но, по существу, вместе не работали, о чём теперь приходится жалеть.

Между тем общность интересов была. Мы оба были близки к профессору Александру Гавриловичу Гурвичу. Глеб у него работал и много занимался митогенетическими лучами, и я очень интересовался этой проблемой. Однако путей для совместной деятельности мы не нашли и, быть может, не очень искали. Только в последние годы жизни Глеба Михайловича наметился совместный план исследования механизма мышечного сокращения с помощью нейтронов. Уже после его кончины были достигнуты некоторые успехи методического характера. Однако для дальнейшего продвижения необходима большая глубина понимания, а без Глеба достичь этого очень трудно. *(И. М. Франк)*



LAST BIRTHDAY OF MY BROTHER

On May 24, 1979, Gleb Mikhailovich Frank would have been 75. It so happened that three years earlier on the same day in May 1976, I came to Moscow from Dubna having completely forgotten that the day was Gleb's birthday. He phoned me and said: «Ilyasha, you must have forgotten? Don't worry, last time I forgot about your birthday. Come to us.»

During the last few years we lived in the same house, my family and I on the 10th floor and he – on the 7th. It was easy to meet, yet we did not see each other very often. I stayed in Dubna almost all the time and Gleb frequently went to Puschino.

I was fortunate to spend time with Gleb and celebrate his last in the life birthday together. It so happened that my son with his wife and my grandson and Gleb's elder daughter, Asya, came. There was a nice family atmosphere and I could not even think that it was the last time that we met at a festive table.

Despite our long relations as friends my attitude to Gleb was the attitude of a younger to the elder brother when the latter is, to some extent, in care of the former. I cannot understand now why we told each other so little about ourselves. Nevertheless, Gleb invariably and skillfully gave me a helpful hand in days of illness

or difficult situations. As for me, probably it was only in the last fifteen years after his first heart attack that I clearly felt my part of responsibility for him. Strange as it may seem, we did not have joint works and though we talked a lot about science we never worked together, which should be regretted today.

Meanwhile, there was community of interests. Both of us were close to Prof. Aleksandr Gavrilovich Gurvich. Gleb worked for him and was engaged in the study of mitogenetic rays, the problem that I also was much interested in. However, we did not find ways for joint activity or perhaps did not really look for. It was only in the last years of the life of Gleb Mikhailovich that a joint plan to study muscle contraction using neutrons appeared. After his death some success of methodological character has been achieved. Further progress, however, requires deeper understanding, which is hard without Gleb. *(I. M. Frank)*



Слева направо: 1-й ряд – И. М. Франк, П. А. Черенков (ФИАН), В. Г. Соловьёв, А. Б. Курепин (ИЯИ); 2-й ряд – Я. Делчев (НРБ), Б. Кюн (ГДР), Н. Ю. Ширикова (ЛВТА), Р. Райф (ГДР), Э. И. Шаратов (ЛНФ), М. А. Браун (НИИФ ЛГУ). 1980 г.

From left to right: 1st row – I. M. Frank, P. A. Cherenkov (FIAN), V. G. Soloviev, A. B. Kurepin (INI); 2nd row – Ya. Delchev (PRB), B. Kun (GDR), N. Yu. Shirikova (LCTA), R. Reif (GDR), E. I. Sharapov (LNP), M. A. Braun (SIIP LSU). 1980.

ФИЗИК ШИРОКОГО ПРОФИЛЯ

Физиков у нас принято делить на экспериментаторов и теоретиков. Разумеется, такое деление имеет основания, но ещё даже в начале нашего века (не говоря о более ранних временах) оно не было распространено, а возможно, вообще не применялось. Существующая сегодня ситуация – плод развития физики, колоссального увеличения объёма информации и вынужденной специализации.

Пишу обо всём этом потому, что Илья Михайлович как раз был физиком, а не теоретиком или экспериментатором. Правда, формально его, кажется, относили к числу последних. Я с этим не согласен. Достаточно посмотреть книгу И. М. Франка «Излучение Вавилова-Черенкова. Вопросы теории», чтобы убедиться в сказанном. Илья Михайлович проводил, и не раз, расчёты на том же уровне, на котором их делал бы, занимаясь той же проблемой, типичный теоретик. Вместе с тем Илья Михайлович был близок к эксперименту, в некоторые периоды непосредственно им занимался («работал руками»), в другие – обсуждал постановку и результаты

экспериментов. В общем, И. М. Франк был физиком широкого профиля. Подчёркиваю это потому, что считаю такой вариант наилучшим.

Не буду останавливаться на научных достижениях И. М. Франка в области оптики, нейтронной и вообще ядерной физики. Однако хочу подчеркнуть особую роль Ильи Михайловича в создании той главы физики, которую можно назвать излучением равномерно движущихся источников. Никто не сделал в этом отношении больше И. М. Франка. Действительно, он – один из той четвёрки (Вавилов, Черенков, Тамм и Франк), которая являлась основной в изучении (как экспериментальном, так и теоретическом) эффекта Вавилова-Черенкова. Далее И. М. Франк исследовал (классически) Доплер-эффект в среде и (совместно со мной) развивал теорию переходного излучения и квантовую теорию эффекта Доплера в среде. Широта и глубина его подхода к этой проблематике хорошо отражена в уже названной выше книге, которая как раз имела своей целью подведение итогов. (В. Л. Гинзбург)

PHYSICIST OF WIDE PROFILE

It is accepted to divide physicists into experimenters and theoreticians. Such classification has grounds, of course. Yet, even early in our century (saying nothing of the earlier times) it was not widely spread or possibly was never used. The existing situation is the result of the development of physics, a colossal increase in information, which induced specialization.

I am writing this to say that Ilia Mikhailovich was a physicist but not a theoretician or an experimenter. True, he seemed to have been formally considered the latter. I do not agree with this. It suffices to look at the book of I. M. Frank «The Vavilov-Cherenkov Radiation. Theoretical Issues» to get convinced in the above said. Not once Ilia Mikhailovich performed calculations on the level a typical theoretician would have performed dealing with the same problem. At the same time, Ilia Mikhailovich was close to the experiment, in some periods he directly conducted experiments («working by hand»), in others – discussed staging of experiments and experimental results. In general, I. M. Frank was

a physicist of wide profile. I emphasize this because I think that this is the best variant.

I will not dwell on I. M. Frank's scientific achievements in the field of optics, neutron physics and nuclear physics in general. I want, however, to lay emphasis on a special role of Ilia Mikhailovich in the creation of the chapter of physics that can be called studies of the radiation of uniformly moving sources. Nobody did more than I. M. Frank in this respect. In fact, he is one of the team of four (Vavilov, Cherenkov, Tamm, Frank) who were basic to the study (both experimental and theoretical) of the Vavilov-Cherenkov effect. Furthermore, I. M. Frank studied (classically) the Doppler Effect in the medium and together with me developed the theory of transition radiation and the quantum theory of the Doppler Effect in the medium. His broad, deep approach to the problem is well reflected in the above-said book whose very aim was summing up the results. (*V. L. Ginzburg*)



Академики П. А. Черенков (ФИАН) и И. М. Франк (ОИЯИ). 1980 г.

Academicians P. A. Cherenkov (FIAN) and I. M. Frank (JINR). 1980.



Начальник Научно-экспериментального отдела физики ядра ЛНФ Л. Б. Пикельнер и заместитель директора ЛНФ В. И. Луциков поздравляют директора ЛНФ академика И. М. Франка с 75-летием. 1983 г.

L. B. Pikelnier, Head of the LNP Scientific and Experimental Department of the Physics of Nucleus and V. I. Luschnikov, LNP Deputy Director congratulate I. M. Frank on the occasion of his 75-th anniversary. 1983.

О ДОВЕРИИ И ДОБРОЖЕЛАТЕЛЬНОСТИ

Основным принципом руководящей работы Франка была помощь людям. Он не любил даже эту табличку, которая непременно должна была быть на двери кабинета директора: «Приём по личным вопросам». Илья Михайлович считал, что если у человека возникли проблемы, неважно какие – по работе или личные, – он имеет право в любой момент обратиться к руководству. И поэтому академик Франк, находясь в Дубне, был доступен для людей всегда, а не с 18.00 до 19.00, по третьим вторникам или четвергам месяца, как это обычно было принято у высшего начальства.

Отсюда, по-видимому, та атмосфера стабильности, спокойствия, доброжелательности, которой отличалась наша лаборатория. Директор «нейтронки» не был каким-то диктатором, который всё держал под своим неусыпным контролем. Я думаю, что у нас царил более здоровый дух, чем в других лабораториях, а то и в институте в целом. (В. И. Луциков)

ABOUT TRUST AND GOODWILL

The basic principle of Frank's leadership was to help people. He did not even like the sign that was to be on the door of the Director's office: «reception hours on personal matters». Ilya Mikailovich believed that if a person had a problem no matter at work or in life he had the right to apply to the directorate. Therefore, Academician Frank when in Dubna was accessible not only from 18.00 to 19.00 but any time, which was different from the third Tuesday or Thursday of the month, the usual schedule for many high authorities. Apparently, because of that there existed the atmosphere of stability, calmness, goodwill, which distinguished our Laboratory. The Director of «neutronka» was not a dictator who kept everything under his vigilant surveillance. I think that in our Laboratory there reigned a healthier atmosphere than in any other Laboratory and in the Institute as a whole. (V. I. Luschnikov)



Слева направо: В. Д. Шестаков, Г. И. Колеров, С. И. Федотов, Ю. Н. Денисов, А. Сэндулеску, Э. Энтральго, акад. И. М. Франк и Ю. С. Кузнецов во время поздравления. 1983 г.

From left to right: V. D. Shestakov, G. I. Kolerov, S. I. Fedotov, Yu. N. Denisov, A. Sandulescu, E. Entralgo, Acad. I. M. Frank, and Yu. S. Kuznetsov at the time of congratulations. 1983.

ОТПЕЧАТОК ЛИЧНОСТИ

В лаборатории благодаря Илье Михайловичу создавалось хорошее рабочее настроение, спокойная, можно даже сказать, домашняя обстановка. Все знали, что его секретарь, Мария Семёновна Лисицына, даже не имеет права кому-то сказать, что к Илье Михайловичу нельзя, – он был доступен практически всегда и никогда не предлагал отложить беседу на завтра или послезавтра.

Всё, что он мог сделать для текущей работы, для решения личных проблем сотрудников, он старался сделать сразу же, не откладывая. Если болел кто-либо из сотрудников или у кого-то болели дети, он принимал это близко к сердцу и помогал, чем мог. Сотрудники других лабораторий нам даже завидовали: у вас не жизнь, а красота – наш директор «зажимает», «давит», «гоняет»... В ЛНФ ничего подобного нельзя было даже представить – нормальная рабочая обстановка, во всём носившая отпечаток личности Ильи Михайловича Франка. (Л. Б. Пикельнер)

MARK OF PERSONALITY

Thanks to Ilia Mikhailovich there prevailed good working spirits, calm, almost home environment in the Laboratory. Everybody knew that even his secretary, Mariya Semyonovna Lisitsyna, had no right to tell anybody that he was not allowed to Ilia Mikhailovich, he was practically always available for conversation and never suggested postponing it for tomorrow or the day after tomorrow. All that he was able to do for the current work or to solve personal problems of the employees he tried to do immediately without delay. If anyone of the employees or their children suffered from a disease he took it close to heart and helped as much as he could. The employees of other Laboratories even envied us: your life is nothing but beauty – your Director does not «suppress», does not «press», does not «spur on»... In LNP nothing of the kind could even be imagined – normal working environment bearing the mark of the personality of Ilia Mikhailovich Frank. (L. B. Pikelner)

Директор ЛНФ академик И. М. Франк.
1985 г.

*Academician I. M. Frank, LNP Director.
1985.*





С Юлием Борисовичем Харитоном.

With Yulii Borisovich Khariton.

ПРАВИЛА УЧИТЕЛЯ

Что же делало общение с Ильёй Михайловичем столь привлекательным? Прежде всего, его огромные знания и жизненный опыт, или, как говорят, житейская мудрость. Помню, как выступал он на совещаниях разного уровня. В его голосе никогда не было металла, скорее, наоборот: все слышали тихую, размеренную, вдумчивую речь.

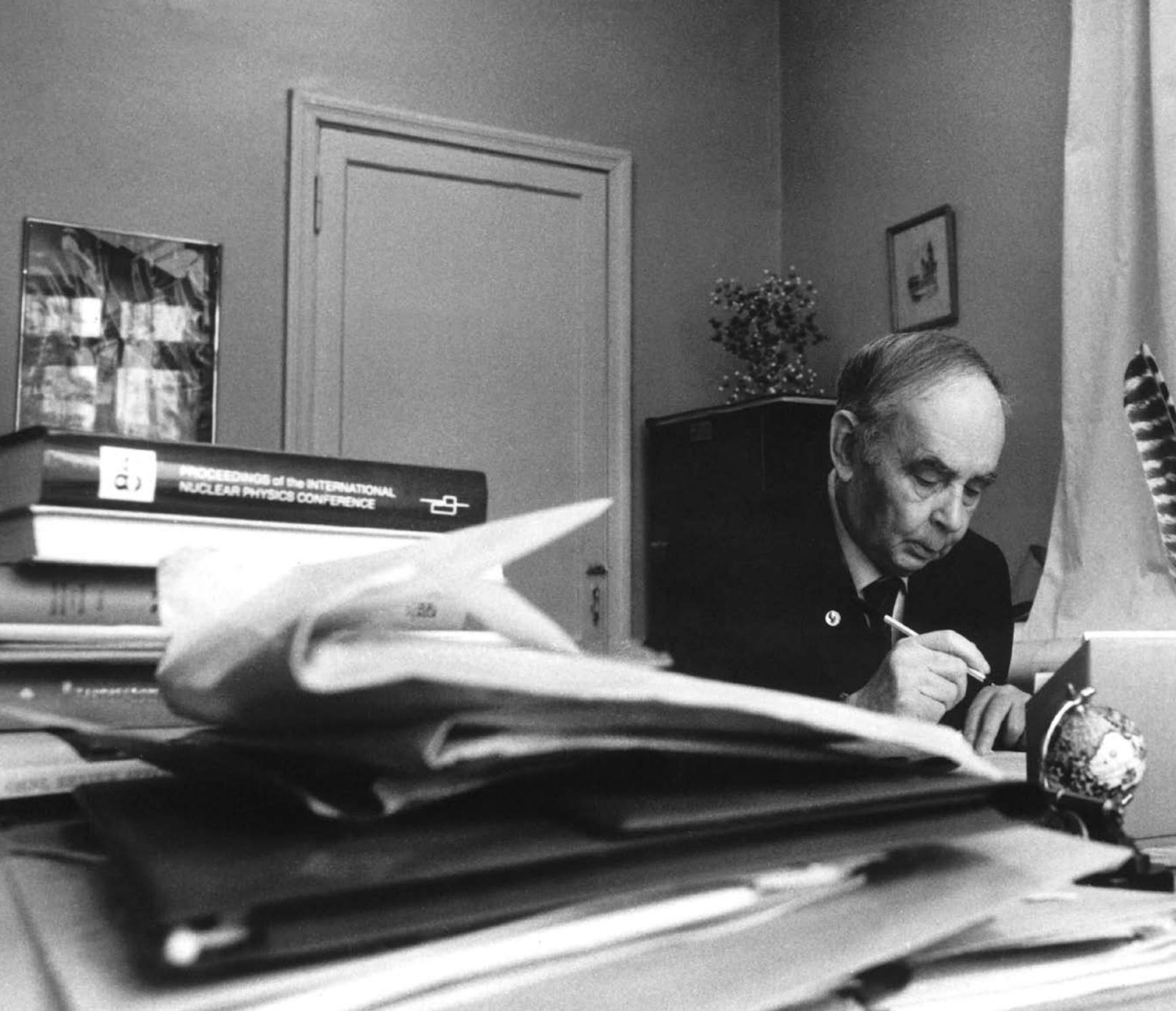
В его выступлениях не было громких обещаний, каждое слово взвешенно, продуманно, точно. И ещё – он умел ценить самостоятельность и инициативу, доверять своим подчинённым в самых сложных вопросах.

Мне приходилось видеть Илью Михайловича в разных ситуациях. И больше всего меня поражало то, как он умел организовать работу. Благодаря этому в нашей лаборатории не было суеты, словесной трескотни, псевдоэнтузиазма, а всё делалось очень спокойно, без лишних слов. Но если мы уж давали какое-то обещание, то предпринималось всё, чтобы его выполнить. Эти правила я усвоил у Ильи Михайловича. *(В. Д. Ананьев)*

RULES OF TEACHER

What made communication with Ilia Mikhailovich so attractive? First of all it was his rich knowledge and life experience or as they say, worldly wisdom. I remember him speaking at meetings of various levels. Never was there any metal in his voice – it sooner was vice versa: everybody heard quiet, measured, thoughtful speech. His reports never contained loud promises, every word was weighed, well thought out, exact. What else, he could value independence and initiative, trust his subordinates in most serious issues.

I happened to see Ilia Mikhailovich in different situations. And most of all I admired the way how he could organize work. Thanks to this in the Laboratory there was no hustle and bustle, verbal rattle, pseudo-enthusiasm, everything was done calmly without unnecessary words. But if we made a promise, we made every effort to keep it. These are the rules that I learned to follow from Ilia Mikhailovich. *(V. D. Ananiev)*



КОМПРОМИСС МЕЖДУ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКОЙ И ОПТИКОЙ

Административные обязанности всё-таки были для Ильи Михайловича тяжёлым бременем: ведь его личные научные интересы лежали несколько в иной области, которой в ЛНФ непосредственно не занимались. Если посмотреть его научные работы последних лет, то видно, что они так или иначе были связаны с оптическими проблемами, электродинамикой.

Только в последние годы он нашёл некоторый компромисс между нейтронной физикой и оптикой, даже назвал это направление «нейтронной оптикой» и старался его развивать. Как известно, в нашей лаборатории было сделано открытие УХН – ультрахолодных нейтронов. Их поведение может быть описано с позиций оптических подходов. Эти работы были близки Илье Михайловичу, и он развивал теорию не на основе обычного

квантово-механического подхода, а на основе показателя преломления – основной характеристики, которая принята в оптике для описания волновых процессов. Никто, кроме И. М. Франка, этим не занимался, и это действительно его заслуга – подход к описанию нейтронной волны на основе оптических представлений. Это не только очень интересная теория – из неё следовали и определённые практические выводы. Илья Михайлович предложил нейтронный микроскоп и способы его реализации, высказывал много других интересных идей... Но в последние годы сил у него, к сожалению, становилось всё меньше, и он уже не мог глубоко заниматься начатыми исследованиями. Но тем не менее это была научная находка, которая позволила Илье Михайловичу сочетать ту научную базу, на которой он был воспитан, с теми реалиями, которые его окружали. (В. И. Луциков)



РАСЦВЕТ ЛАБОРАТОРИИ НЕЙТРОННОЙ ФИЗИКИ

Под руководством Ильи Михайловича Франка Лаборатория нейтронной физики из «золушки», которой она первоначально была, превратилась в одну ведущих лабораторий института. Сегодня около 15 процентов бюджета ОИЯИ направляется на исследования по физике конденсированных сред. Это убедительное доказательство главного принципа И. М. Франка – уважение ко всем научным направлениям, создание соответствующих условий для работы. Такая позиция первого директора ЛНФ полностью оправдала себя. *(В. И. Луциков)*

LABORATORY OF NEUTRON PHYSICS FLOURISHING

Under the leadership of Ilya Mikhailovich Frank the Laboratory of Neutron Physics turned from «Cinderella» it used to be into one of the leading Laboratories of the Institute. Today, about 15 percent of the JINR budget is allocated for investigations in the physics of condensed matter. This is a convincing argument in favor of the main principle of I. M. Frank – respectful attitude towards all research directions, creation of an appropriate working environment. This position of the first LNP Director has fully justified itself. *(V. I. Luschikov)*

COMPROMISE BETWEEN NUCLEAR PHYSICS AND OPTICS

Administrative duties were a heavy burden for Ilya Mikhailovich, his personal scientific interests lay in another area than the areas of research in the Laboratory of Neutron Physics. If one looks at his works of the last years, it is seen that they, to this or that extent, are related to optical problems, electrodynamics.

It was only in his last years that he found a compromise between neutron physics and optics, which he called neutron optics and tried to develop the direction. As is known, in our Laboratory ultracold neutrons (UCN) were discovered. Their behavior can be described within the framework of the optical approach. This research was close to Ilya Mikhailovich and in the basis of the theory he was developing he laid not the quantum-mechanical approach, but the refraction index – the main characteristic accepted in

optics for the description of wave processes. Nobody but I. M. Frank was involved in the development, so the approach to the description of neutron waves on the basis of optics should be regarded as his merit alone. It is not only a very interesting theory but certain practical conclusions follow from it, as well. Ilya Mikhailovich proposed the neutron microscope and outlined the ways of its implementation, advanced many other interesting ideas...

Unfortunately, in his last years his strength was weakening and he could not be deeply involved in the studies he had started. Nevertheless, it was a scientific discovery that allowed Ilya Mikhailovich to combine the base he was brought up on with the realities around him. *(V. I. Luschikov)*

ВНУТРЕННЯЯ АКТИВНОСТЬ

Практически на протяжении 35 лет я работал с Ильёй Михайловичем в разных оргкомитетах. Он ещё с 1930-х годов участвовал в организации многих довоенных конференций в Москве, Харькове, Ленинграде.

В послевоенное время все конференции по нейтронной физике, так называемые Киевские нейтронные конференции, различные школы, проходили при его непосредственном участии. Так что он, несмотря на свою, казалось бы, замкнутость и пассивность, на самом деле был очень активным человеком. Но это была не показная активность, а активность внутренняя. (Ю. П. Попов)

ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ НА БЛАГО ОБЩЕСТВА

В Академии наук состою членом нескольких экспертных комиссий (по присуждению премии им. М. В. Ломоносова, медали им. С. И. Вавилова, медали им. И. В. Курчатова).

С 1974 года и позже – председатель оргкомитета международных школ по нейтронной физике, ставших традиционными (1978 г., 1982 г., 1986 г.). Принимал участие во многих международных конференциях как в СССР, так и за рубежом, в том числе и нескольких Пагуошских. Неоднократно избирался представителем СССР в Комиссию по ядерной физике (ШРАР). В последние годы руковожу Научным советом по физике ядра АН СССР. Совет совместно с Московским университетом раз в два года проводит всесоюзные конференции по физике ядра. (И. М. Франк)

INTERNAL ACTIVITY

For almost 35 years I worked in various organizing committees together with Ilia Mikhailovich. Beginning from the 1930's he took part in organization of many pre-war conferences in Moscow, Kharkov, and Leningrad.

In the post-war years all the conferences on neutron physics, the so-called Kiev neutron conferences, and various schools held with his direct participation. So, he, with his seemingly closed and passive character, actually was a very active person. Yet, it was not the activity done for effect, it was internal activity. (Yu. P. Popov)

ACTIVITY FOR BENEFIT OF SOCIETY

In the Academy of Sciences – a member of several expert commissions (for awarding the M. V. Lomonosov Prize, the S. I. Vavilov medal, and for awarding the I. V. Kurchatov medal).

From 1974 and later on – Chairman of the Organizing Committee of International Schools on Neutron Physics, which have become traditional (1978, 1982, 1986). Took part in many international conference both in the USSR and abroad, including several Pugwash conferences. Repeatedly elected the USSR representative to the Commission on Nuclear Physics (ShRAR). The leader of the Scientific Council of the USSR Academy of Sciences on the Physics of the Nucleus in the recent years. Every two years, the Council jointly with Moscow University holds all-union conferences on the physics of the nucleus. (I. M. Frank)



Заседание Учёного совета ОИЯИ. Выступает директор ЛНФ академик И. М. Франк. 1983 г.

The meeting of the JINR Scientific Council. The speaker – Acad. I. M. Frank, LNP Director. 1983.



Директор Лаборатории нейтронной физики академик И. М. Франк докладывает на Учёном совете ОИЯИ. 1984 г.

Acad. I. M. Frank, Director of the Laboratory of Neutron Physics, makes a report at the JINR Scientific Council meeting. 1984.



Слева направо: директор ЛЯР акад. Г. Н. Флеров, директор ЛЯП член-корр. АН СССР В. П. Дзелепов, директор ЛНФ акад. И. М. Франк, директор ЛВТА член-корр. АН СССР М. Г. Мещеряков, директор ЛВЭ акад. А. М. Балдин. 12 января 1984 г.

From left to right: Acad. G. N. Flerov, LNR Director; USSR AcSci.Corr.Memb. V. P.Dzelepov, LNucl. Ph. Director; Acad. I. M.Frank, LNeutr. Ph. Director; AcSci.Corr.Memb. M. G. Mescheryakov, LCTA Director; Acad. A. M. Baldin, LHE Director. January 12, 1984.



Слева направо: почётный директор ЛНФ академик И. М. Франк, профессор К. А. Мюллер (Цюрих, Швейцария), директор ЛНФ проф. В. Л. Аксёнов. 28 июля 1989 г.

From left to right: Acad. I. M. Frank, LNP Honorary Director, Prof. K. A. Muller (Zurich, Switzerland), Prof. V. L. Aksenov, LNP Director. July 28, 1989.

МЕЖДУНАРОДНЫЙ СЕМИНАР В ДУБНЕ

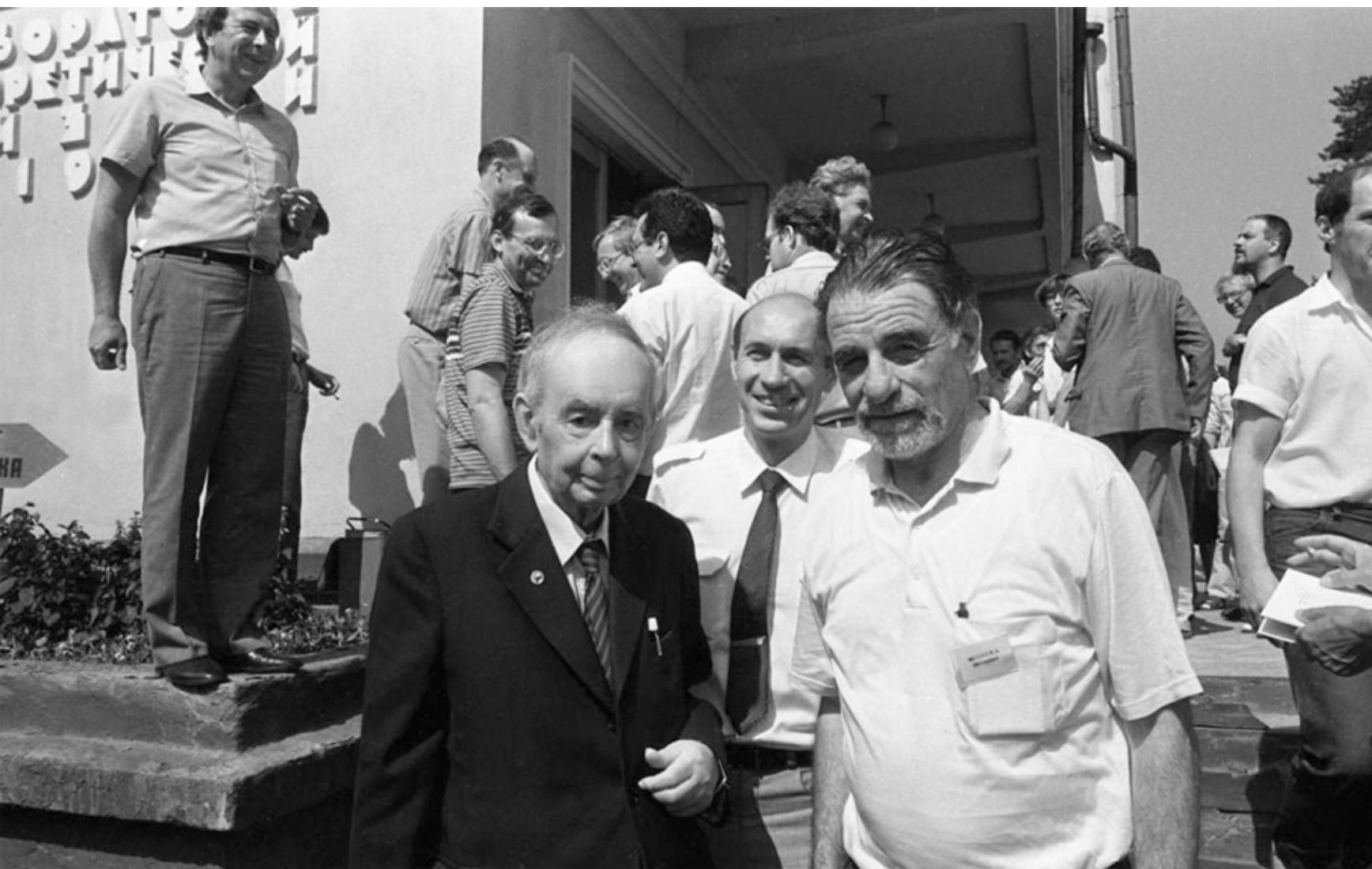
В июне 1989 года мы провели в Дубне Международный семинар по высокотемпературной сверхпроводимости (ВТСП). Его тематическая направленность – использование ядерно-физических методов – была выбрана абсолютно правильно. Во-первых, к тому времени уже появилось огромное количество экспериментальных данных, и нужны были встречи специалистов по отдельным направлениям. Во-вторых, ядерные методы, особенно рассеяние нейтронов, сыграли особую роль в ВТСП. Идея семинара была поддержана Н. Н. Боголюбовым и автором открытия ВТСП, лауреатом Нобелевской премии К. А. Мюллером. В результате в Дубне собрались все ведущие специалисты. Своим успехом семинар во многом был обязан большой работе программного комитета, которым руководил хорошо известный в мире физик-теоретик Ю. М. Каган.

Илья Михайлович посещал пленарные заседания, встречался с участниками, среди которых было много ведущих в мире специалистов по рассеянию нейтронов, и, конечно, с нобелевскими лауреатами – К. А. Мюллером и Й. Г. Беднорцем. Особенно они сошлись с Мюллером. *(В. Л. Аксёнов)*

INTERNATIONAL SEMINAR IN DUBNA

In June 1989 in Dubna we held an International Seminar on HTSC. Its thematic focus – use of nuclear physics methods – was chosen absolutely correctly. First, by that time there had been accumulated a huge amount of experimental data and the need in meetings between experts in individual directions arouse. Second, nuclear methods, especially neutron scattering, played a special role in the field of HTSC. The idea of the Seminar was supported by N. N. Bogolubov and K. A. Muller, the Nobel Prize Winner who discovered HTSC. As a result, all leading specialists gathered in Dubna. The Seminar owed its success, in many respects, to extensive work of the Program Committee under the leadership of the world-known physicist-theoretician Yu. M. Kagan.

Ilya Mikhailovich attended plenary sessions, met with the participants among whom there were many world-leading specialists in neutron scattering and of course, with the Nobel Laureates – K. A. Muller and J. G. Bednorz. He felt special liking towards Muller. *(V. L. Aksenov)*



Слева направо: академик И. М. Франк, доктор физ.-мат. наук В. Л. Аксёнов, проф. К. А. Мюллер (Цюрих, Швейцария). 28 июля 1989 г.

From left to right: Acad. I. M. Frank, Dr. Phys. Math. Sci. V. L. Aksenov, Prof. K. A. Muller (Zurich, Switzerland). June 28, 1989.

ВЗГЛЯД ЗА ГОРИЗОНТ

С болью вглядывался Илья Михайлович в последние годы своей жизни в намечавшийся развал российской науки. Его последняя статья, проникнутая заботой о сохранении науки, воспитании молодых научных кадров, была опубликована в газете «Дубна» незадолго до его кончины. Перечитывая эту статью сегодня, можно только удивляться, как много Илья Михайлович предвидел из того, что произошло с нами в 90-е годы, а в конце 80-х нельзя было и предположить. (А. Н. Сисакян)

In the last years of his life Ilia Mikhailovich peered painfully into the coming decay of Russian science. His last article full of deep concern about preservation of science and about education of young scientists was published in the newspaper «Dubna» not long before his death. Rereading the article today one cannot but be surprised at how well Ilia Mikhailovich foresaw what would happen to us in the 1990's, which was impossible to imagine at the end of the 1980's. (A. N. Sisakian)

РУКОВОДИТЕЛЬ КЛЮЧЕВОЙ ЛАБОРАТОРИИ

Лаборатория нейтронной физики ОИЯИ является ключевой лабораторией по очень важному направлению нейтронной физики, по использованию нейтронов для физики конденсированного состояния вещества, для ядерной физики.

Многие научные направления, работы по которым начинались под руководством И. М. Франка, вышли на качественно новый уровень и реализуются сегодня на основе широкой международной кооперации со странами-участницами ОИЯИ и многочисленными партнёрами как в России, так и за рубежом. (А. Н. Сисакян)

HEAD OF KEY LABORATORY

The Laboratory of Neutron Physics of the JINR is a key Laboratory in a very important direction of neutron physics, use of neutrons for investigations in the physics of condensed matter, in nuclear physics. Today, many scientific directions started under the leadership of I. M. Frank have reached a qualitatively new level and are being realized on the basis of wide international cooperation with the JINR member-states and numerous collaborators in Russia and abroad. (A. N. Sisakian)

ПОСЛЕДНИЙ ПРОЕКТ

Илья Михайлович вместе с супругой Мариной Михайловной уехали из Дубны в Москву – надо было сдать в издательство сборник воспоминаний о Сергее Ивановиче Вавилове.

Позднее, когда я вспоминала всё, связанное с подготовкой этой последней книги Ильи Михайловича, у меня создалось впечатление, будто она держала Илью Михайловича на Земле, на этом свете, – ведь как только он её закончил, жизнь оборвалась.

В тот день, когда Илья Михайлович сдал сборник в печать, я заказала машину, на которой он должен был вернуться в Дубну. Но в 11 часов утра 22 июня 1990 года раздался звонок из Москвы, и мне первой в лаборатории довелось узнать о кончине нашего директора. *(Н. А. Малышева)*

LAST PROJECT

Ilia Mikhailovich with his wife, Marina Mikhailovna, went from Dubna to Moscow – the collection of his memoirs about Sergei Ivanovich Vavilov was to be submitted to a publishing house.

Later, when I was recollecting everything connected with the preparation of the last book by Ilia Mikhailovich, it occurred to me that the book seemed to have held Ilia Mikhailovich on Earth, in this world, because as soon as he completed the work he passed away.

On the day that Ilia Mikhailovich handed over the manuscript to the publishing house I booked a car for him to come back to Dubna. But at 11 in the morning on June 22, 1990 there came a call from Moscow and I was the first in the Laboratory to learn about the death of our Director. *(N. A. Malysheva)*

ПАМЯТИ И. М. ФРАНКА

Известие о смерти отца 22 июня 1990 года застало меня на реакторе в Гатчине. На следующий день, 23 июня, Лаборатория нейтронной физики готовилась отмечать 30-летие со дня пуска первого ИБРА. Вместо этого спустя пару недель в Дубне состоялся семинар памяти И. М. Франка. Я счёл для себя необходимым на нём выступить. И именно этот доклад оказался труднейшим в моей жизни.

Очередная VI школа в Алуште в октябре того же года впервые проводилась без Ильи Михайловича и была посвящена его памяти. Я прочёл там лек-



С сыном Александром Ильичём Франком – физиком, доктором физико-математических наук, главным научным сотрудником Лаборатории нейтронной физики ОИЯИ.

цию о современном состоянии оптики УХН, появление которой в значительной степени связано с его именем. Впоследствии я опубликовал её в «Успехах физических наук» вместе с лекцией отца на школе 1974 года, с которой для меня всё и началось. Ещё раз наши имена оказались рядом, если не в одной статье, то в одном выпуске журнала.

Каждый раз, заканчивая очередную свою работу, я думаю о том, что бы сказал мне о ней отец. И иногда слышу. *(А. И. Франк)*



With his son, Aleksandr Ilich Frank, nuclear physicist, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, chief research worker in the Laboratory of Neutron Physics, JINR

IN MEMORY OF I. M. FRANK

The news about the death of my father on June 22 reached me when I was at the reactor in Gatchina. The next day, June 23, the Laboratory of Neutron Physics was to celebrate 30-th anniversary of the startup of the first IBR reactor.

Instead, a couple of weeks later the seminar in memory of I. M. Frank was held in Dubna. I found it necessary for myself to speak at the seminar. And this has proved to be the most difficult report in my life.

A regular VI Alushta School was held in October the same year and was dedicated to the memory of

I. M. Frank. There I read a lecture on the current state in UCN optics whose origin is largely connected with his name. Later I published it in the journal «Uspekhi Fizicheskikh Nauk» together with my father's lecture delivered at the 1974 School with which everything began for me. Once again our names appeared together if not in one article but at least in one issue of the journal.

Every time, having completed one more work I think about what my father would have said to me. And sometimes I hear. *(A. I. Frank)*

Ещё раз смотрел книгу И. М. Франка «Излучение Вавилова-Черенкова». Сколько вложено труда, как много получено результатов. Это памятник. Его можно назвать нерукотворным, но я бы, скорее, считал рукотворным – это же труд, материализованный на многих страницах и во многих формулах. Памятник этот и имя Ильи Михайловича Франка останутся в истории физики навсегда.
(В. Л. Гинзбург)

Пульсирующие ядерные реакторы, созданные в Объединённом институте ядерных исследований при активном участии И. М. Франка, почти за 50 лет их работы позволили сформировать целый ряд научных направлений в нейтронной физике, ставших определяющими в мире. Научная школа по нейтронной оптике, возникшая под руководством И. М. Франка, развивается уже в нескольких поколениях.

Отдавая дань огромному вкладу И. М. Франка в развитие мировой и отечественной науки и обороноспособность страны, в то же время, как мне представляется, можно заключить, что не менее важным в наследии И. М. Франка является влияние, которое он оказывал на окружающих и которое продолжает действовать до сих пор.
(В. Л. Аксёнов)

Многие научные направления, работы по которым начинались под руководством И. М. Франка, вышли на качественно новый уровень и реализуются сегодня на основе широкой международной кооперации со странами-участницами ОИЯИ и многочисленными партнёрами как в России, так и за рубежом.

...Большая серия научных экспериментов, проводимых в сотрудничестве с ОИЯИ научных центрах уже после ухода из жизни Ильи Михайловича, – это лучший памятник замечательному учёному.
(А. Н. Сисакян, М. Г. Иткис)

Послекончины И. М. Франка его имя было присвоено Лаборатории нейтронной физики, в ОИЯИ учреждена международная премия и стипендия для молодых учёных его имени, его именем названа одна из улиц Дубны.

Once again I looked through I.M. Frank's book «Radiation of Vavilov-Cherenkov». So much effort invested, so many results obtained. It is a monument. It can be called miraculous, but I would rather consider it man-made – it is miracle work that materialized on many pages and in many equations. This monument and the name of Ilya Mikhailovich Frank will remain in the history of physics forever. *(V.L. Ginzburg)*

About 50 years of operation of the pulsed nuclear reactors created at the Joint Institute for Nuclear Research with active participation of I.M. Frank allowed shaping of a number of scientific directions in the field of neutron physics which became key ones worldwide. The scientific school of neutron optics which arose under the leadership of I.M. Frank develops in several generations.

Paying tribute to the immense contribution of I.M. Frank to the development of international and national science and the defense potential of his country, I think it is important to say that his influence on the people around him that is still felt by us is no less significant part of I.M. Frank's heritage. *(V.L. Aksenov)*

Many scientific directions initiated under the leadership of I.M. Frank have reached a qualitatively new level and are being realized today on the basis of broad international cooperation with the JINR Member States and numerous partners both in Russia and abroad.

...a large series of scientific experiments that are being conducted in collaborating scientific centers after the death of Ilya Mikhailovich is the best memorial to the remarkable scientist. *(A.N. Sissakian, M.G. Itkis)*

After the death of I.M. Frank the Laboratory of Neutron Physics was named after him, JINR established an international prize and a scholarship for young scientists that bear his name, one of the streets in the city of Dubna is named after him.

ИСТОЧНИКИ МАТЕРИАЛОВ, ИСПОЛЬЗОВАННЫХ В АЛЬБОМЕ

1. Семейный архив Франков.
2. Архив РАН. Ф. 411, Оп. 3, Ед. хр. 560.
3. Фотоархив ОИЯИ.
4. Франк Илья Михайлович. /Физики о себе. Отв. ред. В. Я. Френкель. – Л.: Наука, 1990.
5. Илья Михайлович Франк: очерки и воспоминания. /Сост. А. С. Гиршева, А. И. Франк, под общей ред. В. Л. Аксёнова. ОФН РАН. – М.: Наука, 2008.
6. Отчёты ФИАН 1945, 1947, 1948, 1950, 1951, 1952, 1953, 1954, 1959, 1963 гг.
7. Киселёв Г. В. Академик И. М. Франк и советский атомный проект. /Вестн. Рос. Акад. Наук. – 2012, т. 82, № 11.
8. Атомный проект. Том II, кн. 2; Том III, кн. 1, 2.
9. Природа, 2008, № 9.
10. УФН, 2009, Т. 179, № 4.
11. И. М. Франк. Сергей Иванович Вавилов. Очерки и воспоминания. – М.: Наука, 1979.
12. И. М. Франк. Леонтович и школа Манделъштама. В кн: Воспоминания об академике М. А. Леонтовиче. – М.: Наука, 1990.
13. Илья Михайлович Франк. В серии: Библиография учёных СССР. – М.: Наука, 1979.
14. А. М. Блох. Советский Союз в интерьере Нобелевских премий. – М.: Физматлит, 2005.
15. Б. М. Болотовский. Природа, 2004, № 7.
16. В. М. Березанская. Беседы о Ландау: Человек вне стереотипа. – М.: ЛЕНАНД, 2016.
17. Б. М. Болотовский. Излучение Вавилова-Черенкова. История открытия и применения. – УФН, т. 179, № 11, 2009 г.
18. НаукаСодружествоПрогресс (ОИЯИ), № 40–41, 2008.
19. Вестник Академии наук, № 2, 1979 г.
20. И. М. Франк. Воспоминания о И. Е. Тамме, 3-е изд. – М.: ИЗДАТ, 1995.

SOURCES OF MATERIALS USED IN ALBUM

1. Family Archive of the Franks.
2. RAS Archive. Fund. 411, list. 3, storage unit. 560
3. JINR Photoarchive.
4. Frank Iliia Mikhailovich. /Physicists about themselves. Resp. Editor V. Ya. Frenkel. – L: Nauka, 1990 (in Russian).
5. Iliia Mikhailovich Frank: Essays and Memoirs. /Compiled by A. S. Girsheva, (A. I. Frank), under general editorship of V. L. Aksenov. OFN RAN. – M.: Nauka, 2008 (in Russian).
6. FIAN Reports for the years 1945, 1947, 1948, 1950, 1951, 1952, 1953, 1954, 1959, 1963 (in Russian).
7. Kiselev G. V. Academician I. M. Frank and Soviet Atomic Project /Vestn.Ros.Akad.Nauk. – 2012, v. 82, № 11 (in Russian).
8. Atomic Project. Volume II, book. 2; volume III, books 1, 2 (in Russian).
9. Priroda, 2008, № 9 (in Russian)
10. UFN, 2009, V. 179, № 4 (in Russian)
11. I. M. Frank. Sergei Ivanovich Vavilov. Essays and Memoirs. – M.: Nauka, 1979 (in Russian).
12. I. M. Frank. Leontovich and the School of Mandelstam. In: Memoirs of Academician M. A. Leontovich. – M.: Nauka, 1990 (in Russian).
13. Iliia Mikhailovich Frank. In Series: Bibliography of USSR Scientists. – M.: Nauka, 1979 (in Russian).
14. A. M. Blokh. The Soviet Union in the Interior of Nobel Prizes. M.: Fizmatlit, 2005 (in Russian).
15. B. M. Bolotovskii. Priroda, 2004, № 7 (in Russian)
16. V. M. Berezanskaya. Talking about Landau: The man Beyond Stereotype. – M. LENAND, 2016 (in Russian).
17. B. M. Bolotovskii. Vavilov-Cherenkov Radiation. The History of Discovery and Application. – UFN, v. 179, № 11, 2009 (in Russian).
18. NaukaSodruzhestvoProgress (JINR), № 40–41, 2008 (in Russian).
19. Vestnik Akademii Nauk, № 2, 1979 (in Russian).
20. I. M. Frank. Memoirs of I. E. Tamm, 3rd edition – M.: IZDAT, 1995 (in Russian).