

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе
Российской академии наук

**Из истории
ФТИ им. А.Ф. Иоффе**

Выпуск 8

Физтех в лицах и событиях

Санкт-Петербург
2019

УДК 82-94+82-3(066)

Из истории ФТИ им. А.Ф. Иоффе. Выпуск 8.

Физтех в лицах и событиях. — СПб.:

Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе, 2019. 268 с. 157 ил.

ISBN 978-5-93634-061-1

Сборник «Физтех в лицах и событиях», выпуск 8, продолжает серию «Из истории ФТИ им. А.Ф. Иоффе», ответственным редактором которой много лет был В.Г. Григорьянц. Статьи сборника не ограничены рамками определенной темы, что позволит читателю более широко ознакомиться с жизнью Физтеха и страны в разные годы. В издании использованы документы и фотографии из Архива ФТИ, Музея ФТИ, частных архивов, различных изданий и Интернета.

Ответственный редактор: А.П. Шергин

Редакторы-составители: Р.Ф. Витман и Е.В. Куницына

Дизайн и верстка: Н.Г. Всесветский

Технический редактор: Е.П. Савостьянова

Издание осуществлено отделом научно-технической информации Физико-технического института им. А.Ф. Иоффе. Оригинал-макет подготовлен в издательской системе \LaTeX 2 ϵ .

ISBN 978-5-93634-061-1

© Коллектив авторов, 2019

© ФТИ им. А.Ф. Иоффе, 2019

К читателю

В этом году Физтех шагнул в новое 100-летие, которое будет наполнено новыми исследованиями и открытиями. Сегодня, взглядываясь в прошлое нашего института, мы расширяем представления о работе и жизни ученых в разные годы. Собранные в сборнике материалы дают возможность как вспомнить былое, так и узнать много нового.

Открывает сборник статья о Валерии Георгиевиче Григорьянце, заведующем отделом научно-технической информации института в 1989–2016 гг. Первый сборник серии «Из истории ФТИ им. А.Ф. Иоффе» под его редакцией был издан в 2008 году.

В данном издании представлены статьи сотрудников ФТИ, посвященные истории научных направлений, развитию подразделений института, памяти физтеховских ученых. В воспоминаниях отражены интересные подробности истории института и нашей страны¹.

Во второй половине 80-х годов политика гласности позволила сделать замалчиваемые ранее проблемы предметом общественной дискуссии. Открылись многие архивы, ряд материалов был рассекречен. В настоящее время в открытых источниках и в Интернете можно найти многое из того, что ранее было недоступно. Поэтому сегодня информационное поле дает более полную картину прошлого.

Редакционная коллегия приглашает физтеховцев принять участие в создании сборников «Из истории ФТИ им. А.Ф. Иоффе» и присылать свои воспоминания, статьи и фотографии.

¹ Мнение редакторов может не совпадать с позицией авторов.

О Валерии Георгиевиче Григорьянце, заведующем ОНТИ, ответственном редакторе серии изданий «Из истории ФТИ им. А.Ф. Иоффе»

Валерий Георгиевич Григорьянц (1937–2016) окончил Ленинградский политехнический институт им. Калинина по специальности теплофизика в 1960 году и был направлен инженером в ОКБ Кировского завода. В 1962 году он поступил в аспирантуру Политехнического института, по окончании которой, в 1965 году, пришел в Физтех, в лабораторию физической газодинамики Ю.А. Дунаева. За годы работы в лаборатории Григорьянц внес существенный вклад в развитие оптических и поляризационных методов исследования низкотемпературной плазмы, в проведение численных расчетов сложных задач кинетики возбуждения атомов, в автоматизацию эксперимента и обработку результатов на ЭВМ. Им опубликовано более пятидесяти научных работ, получено несколько авторских свидетельств. Григорьянц принимал участие в организации Всесоюзных конференций по физике низкотемпературной плазмы. Его организаторские способности содействовали успеху этих конференций, что неоднократно отмечалось приказами директоров ФТИ и руководством Совета АН СССР по низкотемпературной плазме.



В.Г. Григорьянц

В феврале 1989 года на В.Г. Григорьянца были возложены обязанности заведующего Отделом научно-технической информации института. Этот отдел приобрел большое значение в деятельности и развитии института. Валерий Георгиевич успешно организовал работу по информационному обеспечению Физтеха.

В последние годы Валерий Георгиевич внес большой вклад в подготовку и проведение международных и российских научных конференций, внедрил со-

временные информационные технологии в издание общепитутских материалов и книг. Отдел под его руководством эффективно обеспечивал информационное сопровождение новых направлений исследований института, в первую очередь, по водородной энергетике и ресурсосберегающим технологиям. Важным достижением последних лет является создание информационно-аналитической системы «ФТИ им. Иоффе», описывающей и анализирующей результаты исследований сотрудников. На базе созданной системы функционируют два Интернет-портала института. Эта информационно-аналитическая система, не имеющая отечественных аналогов, получила высокую оценку специалистов по информационным технологиям Российской академии наук. Она широко используется руководством института для представления научных достижений ФТИ, при подготовке заявок и проектов Института на проведение научно-исследовательских разработок.

Энциклопедические знания Валерия Георгиевича, его внимательное отношение к коллегам по работе определили большой авторитет Григорьянца и глубокое уважение к нему.

В.Г. Григорьянц награжден медалью Ордена «За заслуги перед Отечеством» I степени, почетными грамотами Президиума РАН и СПбНЦ РАН.

16 августа 2016 года Валерию Георгиевичу исполнилось бы 79 лет, он не дожил до этого дня около месяца.

Открытие полупроводников A^3B^5 : физические свойства и применение

М.П. Михайлова, К.Д. Моисеев и Ю.П. Яковлев

Настоящий обзор работ посвящен открытию, разработке технологии и исследованиям полупроводников A^3B^5 , проводимым в Физико-техническом институте им. А.Ф. Иоффе, где в 1950 году были сделаны первые шаги в получении данных соединений и начальные исследования их фундаментальных свойств под руководством двух крупных ученых — Нины Александровны Горюновой и Дмитрия Николаевича Наследова. Дальнейшее развитие этих работ нашло отражение в трудах последователей и учеников Д.Н. Наследова, работавших и продолжающих работать в подразделениях ФТИ. Особо отмечен вклад этих исследований в изучение гетероструктур на основе соединений A^3B^5 , а также в разработку полупроводниковых приборов для электроники, оптоэлектроники и фотоники.

I. Открытие и начало исследований полупроводников A^3B^5

Исследования полупроводниковых соединений A^3B^5 в Советском Союзе были начаты в первой половине 1950-х годов в ФТИ АН СССР (Ленинград). Первые экспериментальное доказательство того, что соединения A^3B^5 являются полупроводниками, было дано на примере типичного представителя этой группы — антимонида индия. Выдающийся химик-исследователь Н.А. Горюнова предположила, что по аналогии с изоморфным ему серым оловом $InSb$ должен обладать полупроводниковыми свойствами. Об этом было сообщено А.А. Регелем с сотрудниками на VIII Всесоюзном совещании по свойствам полупроводников в Киеве в 1950 году [1]. Д.Н. Наследов, заведующий лабораторией полупроводников, принял решение поддержать работы Н.А. Горюновой (рис. 1) по антимониду индия и расширить исследования на весь класс материалов данного типа [2,3]. Нужны были большая научная смелость и предвидение, чтобы принять подобное решение. Соединениями A^3B^5 в то время занималась только одна лаборатория в мире — лаборатория профессора Х. Велькера в ФРГ [4]. Мир был безоглядно увлечен германием и кремнием. Казалось, что с этими элементарными полупроводниками, поднявшими электронику на совершенно новую ступень, принципиально не может конкурировать ни один более сложный материал.

Первое важное сообщение об исследованиях соединений A^3B^5 ($InSb$, $InAs$) в Физтехе было сделано Д.Н. Наследовым на 1-й Всесоюзной конференции по полупроводникам (Ленинград, 1956 г.). И уже в том же 1956 году в ФТИ была защищена первая кандидатская диссертация по полупроводникам A^3B^5 , выпол-

Печатается по материалам: Михайлова М.П., Моисеев К.Д. и Яковлев Ю.П. Открытие полупроводников A^3B^5 : физические свойства и применение (Обзор). ФТП, 2019, том 53, вып. 3, с. 291–308 с дополнениями и изменениями авторов. Стихотворения цитируются с согласия их авторов по: «От юбилея к юбилею» (улыбки Физтеха) (СПб, Издательство СПб ГПУ, 2008) и «Лирическая физика» (Михайлова М.П., СПб, Издательство СПб ГПУ, 2011).



Рис. 1. Д.Н. Наследов и Н.А. Горюнова, руководители I Всесоюзной конференции по полупроводниковым соединениям, Москва, 1959 г.

ненная под его руководством аспирантом А.Ю. Халиловым [5]. Д.Н. Наследов отмечал, что, наряду с другими эффектами, ни электропроводность, ни эффект Холла в новых материалах не зависят от температуры. Многим это казалось странным и даже случайным. Однако уже в ближайшие годы обнаружилось, что этот результат является следствием сильного вырождения электронного газа, которое типично для сильнолегированных (тогда — просто «грязных») полупроводников A^3B^5 . Принципиально новые эффекты в таких кристаллах составили в дальнейшем новый раздел физики полупроводников — физики сильнолегированных материалов [6–8]. Уже к концу 50-х–началу 60-х годов настойчивые усилия по получению соединений A^3B^5 дали свои первые результаты. Очистку, легирование и выращивание кристаллов можно было проводить подобно тому, как это делалось для Ge и Si, технологические проблемы также постепенно разрешались. Чистые кристаллы GaAs с концентрацией электронов около 10^{16} см^{-3} и подвижностью до $6 \cdot 10^3 \text{ см}^2/(\text{В} \cdot \text{с})$ при комнатной температуре были получены Г.Н. Талалакиным при использовании зонной отчистки в методе Бриджмена [2,8]. В.В. Галаванов и К.И. Виноградова получили зонной плавкой и исследовали чистейшие в мире кристаллы InSb: концентрация электронов достигала $n \approx 10^{12} \text{ см}^{-3}$, подвижность — $\mu \approx 10^6 \text{ см}^2/(\text{В} \cdot \text{с})$ при 77 К [9]. Эти параметры являются рекордными по настоящее время.

Группа О.В. Емельяненко продолжила исследования явлений переноса в со-

единениях A^3B^5 . Наиболее интересными оказались исследования примесной зоны в GaAs [10], а позднее — открытие гигантского магнитосопротивления при движении носителей по состояниям примесей, изучение перехода «металл–полупроводник», определение природы отрицательного (квантового) магнитосопротивления [11]. Были изучены свойства примесей, явления переноса, фотоэлектрические явления, эффекты выпрямления в InSb, InAs, GaAs, AlSb, InP [2,12–15]. Арсенид галлия, как и ряд других полупроводников A^3B^5 , имеет сферическую зону проводимости с центром в той же точке зоны Бриллюэна при $k = 0$, что и валентная зона. Эта принципиальная особенность соединений A^3B^5 отличает их от огромного числа других, непрямозонных, полупроводников (в том числе Ge и Si), при этом вероятность получения рекомбинационного излучения в них приближается к 100%. Эти и другие результаты убедительно показали, что соединения A^3B^5 характеризуются гораздо более широким набором управляемых полупроводниковых свойств по сравнению с Ge и Si и весьма привлекательны как для физики, так и для техники полупроводников. Круг исследователей, работающих с соединениями A^3B^5 , как и сама тематика, теперь стремительно расширяются. В 1957 году группа полупроводников A^3B^5 в Физтехе преобразуется в лабораторию электронных полупроводников. Под патронажем Д.Н. Наследова возникают исследовательские центры по работе с полупроводниками A^3B^5 в других городах Советского Союза (Баку, Кишиневе, Ашхабаде, Владикавказе и др.). В соревнование вступают институты Москвы, Украины, зарубежные лаборатории, но в условиях быстро растущей научной конкуренции лаборатория Д.Н. Наследова делает рывок, определивший главную линию в судьбе соединений A^3B^5 [2].

В 1962 году А.А. Рогачевым при исследовании излучательной рекомбинации было показано, что спектр электролюминесценции p-n переходов на основе GaAs заметно сужается с увеличением тока. Это было первым в мире наблюдением стимулированного излучения в полупроводниках [16]. Светоизлучающая структура была создана сотрудниками лаборатории Д.Н. Наследова (В.Е. Седовым и Б.В. Царенковым). В 1964 году Д.Н. Наследов, С.М. Рывкин, А.А. Рогачев и Б.В. Царенков (рис. 2) вместе с сотрудниками Физического института им. П.Л. Лебедева (Б.М. Вул, О.Н. Крохин, А.М. Прохоров, Ю.М. Попов, А.Н. Шотов) за фундаментальные исследования, приведшие к созданию квантовых генераторов, были удостоены Ленинской премии.

В лаборатории Д.Н. Наследова формируется новое направление твердотельной физики и техники — оптоэлектроника. Для создания оптоэлектронных приборов на основе бинарных и варизонных трехкомпонентных соединений полупроводников A^3B^5 в Физтехе был впервые разработан метод жидкофазной эпитаксии — ЖФЭ (А.Т. Гореленок, Б.В. Царенков, Ю.М. Бурдуков, Ю.П. Яковлев) как в открытой, так и в закрытой системах [17,18]. В последующие годы, методики с использованием ЖФЭ, разработанные в лаборатории Д.Н. Наследова, были широко использованы в других полупроводниковых лабораториях института. Активно развиваются работы по исследованию излучательной рекомбинации (Н.М. Зотова, Н.П. Есина) [19] и созданию первых полупроводниковых лазеров и светодиодов на основе p-n структур из GaAs, GaP и варизонных p-n структур в системах твердых растворов GaAlAs и GaAlSb для видимого и ближнего ИК-диапазона (Б.В. Царенков с сотр.) [20,21]. Изготавливаются первые туннельные



Рис. 2. Д.Н. Наследов, А.А. Рогачев, С.М. Рывкин и Б.В. Царенков — лауреаты Ленинской премии 1964 г. за работы по созданию полупроводниковых лазеров

диоды (А.Н. Именков) и поверхностно-барьерные структуры на основе соединений A^3B^5 (Ю.А. Гольдберг и Е.А. Поссе). Получены первые солнечные элементы из GaAs, которые показали рекордный для того времени КПД (6–8%) [22]. Исследование процессов рекомбинации неравновесных носителей заряда и создание элементной базы оптоэлектроники — фотоприемников и излучателей — становится одним из ведущих направлений научной работы лаборатории.

Высокий уровень научных разработок излучательных приборов в лаборатории Д.Н. Наследова обеспечил фундаментальную и материальную базу для их внедрения в промышленное производство. В 1960 году было принято постановление Совмина СССР о развитии работ по созданию приборов на основе арсенида и фосфида галлия. В работе принимали участие лаборатории Д.Н. Наследова и Н.А. Горюновой (ФТИ им. А.Ф. Иоффе) и завод «Старт» (г. Москва). Вскоре завод «Старт» (С.С. Мескин, В.Н. Равич, Л.М. Коган, И.Т. Рассохин, А.Л. Гофштейн) при творческой поддержке сотрудников лаборатории Д.Н. Наследова (Б.В. Царенков, А.Т. Гореленок, А.Н. Именков, В.В. Евсτροφов, Ю.П. Яковлев) осваивает промышленный выпуск первых в СССР лазеров на основе GaAs, а также светодиодов инфракрасного и видимого диапазонов спектра [23,24].

В 1964–1966 гг. Д.Н. Наследовым с сотрудниками Ю.С. Сметанниковой и Ю.Г. Поповым было открыто и изучено новое физическое явление, обусловленное разогревом электронов светом — осцилляции фотопроводимости и фотомагнитного эффекта при низких температурах в узкозонном полупроводнике InSb [25]. Позднее эти эффекты были обнаружены в InAs, GaSb, GaAs [2,26–28]. Работы по разогреву и охлаждению электронно-дырочной плазмы в полупроводниках получили международную известность и широко цитируются в статьях и монографиях [29].

Работы лаборатории по исследованию фотоэлектрических явлений в A^3B^5 , а также разработка методов получения р-п переходов в арсениде и арсениде индия привели к созданию первых отечественных высокочувствительных приемников ИК-излучения. Надо отметить, что фотодетекторы (фоторезисторы и фотодиоды) на основе InSb и InAs (В.В. Галаванов, В.Н. Ивахно, С.В. Слободчиков, М.П. Михайлова) были созданы одновременно с аналогичными приемниками излучения за рубежом и превосходили по своим параметрам лучшие зарубежные



Рис. 3. Сотрудники лаборатории Д.Н. Наследова. Слева направо: Ю.С. Сметаникова, С.В. Слободчиков, К.И. Виноградова и М.П. Михайлова (Пронина), 1957 г.

образцы (рис. 3). Эти разработки были переданы для внедрения в промышленное производство [30–32]. Так, глубоко-охлаждаемые фоторезисторы на основе InSb были освоены в серийном производстве на заводе «Мосдеталь» (ныне «Сапфир») и послужили основой для создания многоэлементных матричных приемников и их промышленного выпуска для задач телепеленгации и специальных применений в спектральном диапазоне 3–5 мкм (рис. 4) [33]. За разработку технологии получения арсенида галлия и антимонида индия, организацию их промышленного производства Д.Н. Наследов и Ю.М. Бурдуков в 1974 году (вместе с сотрудниками ГИРЕДМЕТА и завода полупроводниковых материалов в Светлогорске) были удостоены Государственной премии СССР (рис. 5).

Лаборатория Д.Н. Наследова была неоднократным участником и призером ВДНХ, где экспонировались новые технические разработки. Нужно отметить, что разработки технологии и конструкции полупроводниковых приборов на основе соединений A^3B^5 были отражены более чем в 80 авторских свидетельствах, а Б.В. Царенков, А.Н. Именков и Ю.П. Яковлев удостоены почетного знака «Заслуженный изобретатель СССР».

Школа Д.Н. Наследова поставила Советский Союз в число передовых держав по освоению новых материалов. Доклады Д.Н. Наследова по A^3B^5 вызывали большой интерес и признание на международных конференциях. Заслуги Д.Н. Наследова в открытии и исследовании полупроводников A^3B^5 были отме-



Рис. 4. Фото стеклянных дуаров, охлаждаемых жидким азотом с фоторезисторами из InSb (1961 г.)

члены за рубежом избраним его в 1968 году член-корреспондентом Академии наук и литературы в г. Майнце (ФРГ) и членом Французского физико-химического общества.

В 70-е годы наряду с расширением тематики лаборатории разрабатываются новые методики исследования. Лаборатория Д.Н. Наследова быстро реагирует на огромный практический интерес в мире к примесям кислорода и железа в соединениях A^3B^5 , позволяющим получать полуизолирующие кристаллы арсенида галлия. Творческий коллектив, возглавляемый Д.Н. Наследовым, в кратчайший срок входит в число признанных ведущих коллективов мира, занимающихся этой проблемой. Здесь Дмитрий Николаевич объединяет научные силы возглавляемой им лаборатории в Физтехе и кафедры экспериментальной физики Ленинградского политехнического института (В.Ф. Мастеров). Это позволило расширить круг используемых методик и с их применением всесторонне и углубленно исследовать центры, образующие глубокие уровни, сначала в GaAs, а потом и других соединениях A^3B^5 [34]. Именно тогда были выявлены и изучены ферромагнитные свойства кристаллов GaAs, легированных железом.

Захват на центры нам порой приятен —
Влекут нас музыка, поэзия, кино. . .
Вид подлости, конечно, всем отвратен,
Любви же нас притягивать дано.

Захватаны привычные понятия —
О дружбе, чести судим невпопад.
Отталкиваем верные объятия,
Подозревая в них порой захват.

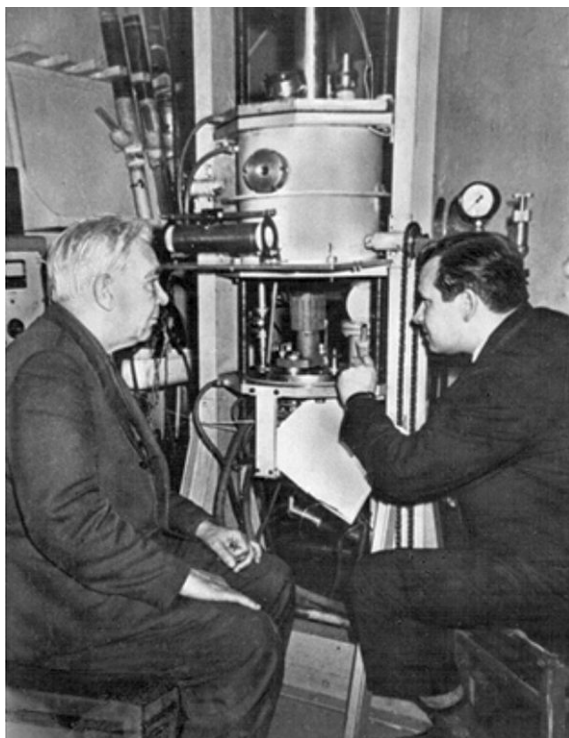


Рис. 5. Д.Н. Наследов и Ю.М. Бурдуков за установкой по выращиванию GaAs по методу Чохральского, 1969 г.

Когда научным рвением охвачен,
Отречься от тщеславия ты рад
Во имя совести — то это значит,
Тебе не страшен никакой захват!

Стремимся в доктора и кандидаты,
В науке истина нам дорога.
Но не хватает нам порой зарплаты,
Чтоб ухватить житейские блага.

Науке чужды мнимые движенья —
И суета, и показной успех.
Да здравствует земное притяженье
На Центр № 1 — Физтех!

Возвращаясь к трудам лаборатории профессора Д.Н. Наследова, мы можем теперь отметить, что 1960–1970 гг. были плодотворными годами для научного становления ее сотрудников. Дмитрий Николаевич пускает их в «свободное плавание», считая, что самореализация есть лучший способ мобилизации творческой энергии. Накопленный потенциал дал богатейшие результаты, пополнившие мировую науку и технику полупроводников A^3B^5 в самых разных областях. Именно в это время лаборатория становится настоящей кузницей кадров: в ней работают десятки аспирантов и сотрудников со всех концов Советского Союза:



Рис. 6. Лауреаты Ленинской премии 1972 г. за создание полупроводникового лазера. Сидят (слева направо): Д.З. Гарбузов, В.И. Корольков, Ж.И. Алфёров; стоят: В.М. Андреев, Д.Н Третьяков

от Новосибирска до Кишинева, от Баку до Вильнюса, от Ташкента и Ашхабада до Владикавказа. Были созданы научные школы в Северной Осетии, Молдове, Азербайджане, возглавляемые учениками Д.Н. Наследова (Н.В. Сиукаев, зав. кафедрой Северо-Осетинского Госуниверситета; Г.Б. Абдуллаев, президент АН Азербайджанской ССР; С.И. Радауцан, академик АН Молдавской ССР и др.). Сотрудники лаборатории, пришедшие в годы ее зарождения со студенческой скамьи, вырастают в самостоятельных исследователей, известных своим вкладом в дело исследования соединений A^3B^5 .

В эти же годы были выполнены исследования по повышению квантового выхода фотоэффекта в p-n структурах на основе узкозонных полупроводников InAs и InSb при разогреве электронов высокоэнергетическими фотонами (А.А. Гуткин, А.В. Волков, М.П. Михайлова, С.Е. Кумекон) [35,36], а также проведены первые эксперименты по изучению процессов лавинного умножения в p-n-InAs структурах (М.П. Михайлова, Н.Н. Смирнова, С.В. Слободчиков) [37].

На юбилейных торжествах в 1968 году, посвященных 50-летию Физтеха, Ж.И. Алфёров отмечал решающую, пионерскую роль лаборатории Д.Н. Наследова в освоении и изучении A^3B^5 , их техническом применении, в создании первых полупроводниковых лазеров и в развитии оптоэлектроники: «Вслед за открытием полупроводниковых свойств A^3B^5 сотрудниками ФТИ проделана большая работа по систематическому изучению явлений, связанных с протеканием

электрического тока в этих соединениях. Закономерным следствием этого факта явилось создание физических предпосылок для разработки инжекционного полупроводникового лазера и целого семейства других полупроводниковых приборов на основе соединений A^3B^5 именно в ФТИ. Основная заслуга в этом принадлежит Д.Н. Наследову и его сотрудникам» [3].

Таким образом, уже в 1950–1975 гг. в ФТИ были заложены основные направления отечественной полупроводниковой электроники и оптоэлектроники на основе полупроводников A^3B^5 . Дальнейшее развитие фундаментальных исследований полупроводниковых соединений A^3B^5 и научных традиций, определенных Д.Н. Наследовым, нашли свое продолжение и в работах других лабораторий Физико-технического института. В своих воспоминаниях, опубликованных в сборнике, посвященном 100-летию со дня рождения Д.Н. Наследова, Ж.И. Алфёров также заметил: «С первых дней начатых мной в 1963 г. исследований гетероструктур я ощущал его (Д.Н.) помощь и поддержку, хотя эти работы быстро стали составлять конкуренцию исследованиям, проводимых в его лаборатории» [2].

II. Эра гетеропереходов

Создание в 1963–1965 годах Ж.И. Алфёровым с сотрудниками (Д.Н. Третьяковым, Д.З. Гарбузовым, В.М. Андреевым, В.И. Корольковым, Е.Л. Портным — рис. 6) гетеропереходов в результате контакта двух полупроводников с различной шириной запрещенной зоны позволило по-новому подойти к конструированию полупроводниковых приборов: лазеров, светодиодов, фотодетекторов, солнечных элементов и др. [38,39]. Основные преимущества гетеропереходов перед обычными гомопереходами заключались в возможности получения более широких спектральных характеристик оптоэлектронных приборов. Начинается эра гетеропереходов. Контакт двух соединений — широкозонного и узкозонного (рис. 7) — обеспечивает электронное ограничение и получение односторонней инжекции носителей заряда, оптическое ограничение и наличие широкозонного окна для ввода/вывода излучения, диагональное туннелирование через гетерограницу [38]. Д.Н. Третьякову удалось методом жидкофазной эпитаксии получить совершенные гетероструктуры I типа GaAs/AlGaAs, согласованные по параметру кристаллической решетки.

Коридорами Физтеха
Мы бредем домой устало.
Наши дни в тени успеха,
Без оваций, полных залов.

Менделеева таблица,
Томик Гуру Третьякова...
Неприметны наши лица —
Руки цвета золотого.

Завтра новая задача:
Ямы, точки, переходы.
Мы — технологи удачи
На подхвате у природы.

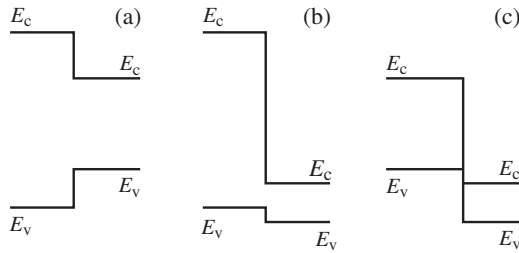


Рис. 7. Типы гетеропереходов: (a) гетеропереход I типа (AlSb/GaSb); (b) гетеропереход II типа ступенчатый (AlSb/InAs); (c) гетеропереход II типа разъединенный (GaSb/InAs)

Мы науки кочегары,
 Всех теорий Санчи Пансы,
 И напишем мемуары
 Номерами эпитаксий. . .

На основе двойной гетероструктуры I типа GaAs/AlGaAs/GaAs Ж.И. Алфёровым с сотрудниками был создан первый полупроводниковый лазер, работающий в непрерывном режиме при комнатной температуре, с опережением конкурентов из фирмы ИВМ (США). Теория такого лазера была разработана Р.Ф. Казариновым [40]. За создание полупроводникового лазера Ж.И. Алфёров и его команда были удостоены Ленинской премии в 1972 году. В 2000 году Ж.И. Алфёрову совместно с Г. Кремером и Дж. Филби была присуждена Нобелевская премия по физике за развитие полупроводниковых гетероструктур для высокоскоростной оптоэлектроники [39].

В 1975 году преемником Д.Н. Наследова в лаборатории электронных полупроводников ФТИ становится молодой талантливый физик, доктор физ.-мат. наук, лауреат Ленинской премии Александр Александрович Рогачев. А.А. Рогачев сочетал в себе талант экспериментатора и физика-теоретика, его научный кругозор был очень широк, а результаты его исследований принадлежат разным областям физики полупроводников: полупроводниковые лазеры, конденсация экситонов и электронно-дырочная жидкость, многоэлектронные явления. К тому времени в лаборатории работало около 50 сотрудников, среди них свыше 20 кандидатов физ.-мат. наук (рис. 8).

С двумерностью не зная бед,
 Легко признав ее оковы,
 Вы погрузились в инфракрасед
 В предчувствии явлений новых.

Давайте же ряды сплотим
 (Чуть поредевшие когда-то. . .)
 Ведь можем же, когда хотим,
 Все делать лучше супостатов.

Под руководством А.А. Рогачева в лаборатории электронных полупроводников возникает стойкий интерес к изучению гетеропереходов, главным образом, на основе узкозонных полупроводников InAs, InSb, GaSb и их твердых растворов, перспективных для создания приборов среднего инфракрасного диапазона.



Рис. 8. Лаборатория электронных полупроводников: 1 ряд снизу (слева направо) — Баранов А.Н., Бессолов В.Н., Криворучкина Г.С., Рогачев А.А. (зав. лаб.), Михеева М.И., Саблина Н.И., Филипченко А.С.; 2 ряд снизу (слева направо) — Евстропов В.В., Михайлова М.П., Сиповская М.А., Воронина Т.И., Зотова Н.В., Ломасов Ю.Н., Смирнова Н.Н., Лагунова Т.С., Филаретова Г.М., Тимченко И.Н.; 3 ряд снизу (слева направо) — Бакун А.А., Елыцов К.Н., Петрович И., Харциев В.Е., Колчанова Н.М., Шелонин В.Н., Плутгина Т.Г., Юревич Е.М., Сметаникова Ю.С., Яковлев Ю.П., Седов В.Е.; 4 ряд снизу (слева направо) — Смирнов В.А., Аснин В.М., Обухов С.А., Степанов В., Пенцов А.В., Чернов В.П., Рудь Н.А.; верхний ряд (слева направо) — Гуткин А.А., Герасимов А., Кузнецов А.А., Стусь Н.М., Аширов М., Львова Т.В., Талалакин Г.Н., Чайкина Е.И., Гольдберг Ю.А., Данилова Т.Н.

Наравне с фундаментальными исследованиями разрабатываются новые оптоэлектронные приборы на основе имеющейся уже технологии ЖФЭ. В 1973–1975 гг. в группе Ю.П. Яковлева была разработана технология наращивания методом ЖФЭ полупроводниковых гетероструктур GaAlAs с плавно изменяющейся шириной запрещенной зоны (т.н. варизонных структур) на подложках GaAs [41] для создания на их основе светодиодов и фотодетекторов.

Послушайте песню акына, народы!
Я плавные славлю p-n переходы
За их перспективность,
За их селективность,
За их безграничную эффективность,
За то, чтобы каждый запомнил слова,
Что без варизонных наука мертва!

Когда над Туркменией солнце заходит,
И ночь непроглядная снова приходит,
Над ней варизонное солнце встает,
И свет однородный пустыне дает.

И знают верблюды, и кочевник, и птица,
Что квантовый выход — всегда единица,
И нашей мечты далеки горизонты:
Из века атомного — в век варизонный.

В работе [42] была рассмотрена возможность получения когерентного излучения в варизонной структуре (p-n)Ga_{1-x}Al_xAs/p-GaAs/p-Ga_{1-x}Al_xAs, выращенной на подложке n-GaAs. В данной структуре впервые наблюдалось лазерное излучение при комнатной температуре в импульсном режиме с энергией фотона вблизи 1.39 эВ и низкой плотностью порогового тока. Идея такого лазера была предложена Р.Ф. Казариновым и Р.А. Сурисом. По мнению авторов, варизонные светоизлучающие структуры могли составить конкуренцию лазерам на основе резкой двойной гетероструктуры GaAlAs/GaAs, разработанной ранее в лаборатории Ж.И. Алфёрова. Эти проблемы бурно обсуждались на семинаре в лаборатории А.А. Рогачева:

На семинаре на научном в новом здании
Вот как-то раз мы собрались на заседание.
Там был Казаринов, и Яковлев, и Боря,
И брат героя — Гена Царенков.

Сначала Рудик рассказал про варизоны,
Нарисовал в координатах эти зоны,
А электроны там сидят в глубокой яме,
А кто не верит — пусть идет сначала к маме.

Тут вышел Яковлев — технолог экстра-класса,
А у него изобретений этих масса.
И как он начал рисовать свои структуры,
Так мы тут рты пораскрывали будто дуры.

И Царенков опять вперед выходит,
И речь свою про лазеры заводит:
«Пусть злопыхатели нам скажут что угодно,
А наш прибор, конечно, светит однородно,
И по пороговому току на пределе
Уже мы Штаты и Алфёрова уели!».

Тут встал начальник Рогачев известный Саша,
Сказал он: «Боря, лазерите, дело Ваше.
Но Ваш прибор, увы, не делает погоды,
Когда известно про гетеропереходы!».

На что ему, конечно, Боря отвечает:
«Так говорит лишь тот, кто физики не знает
Когда же мы залазерим на непрерыве,
Алфёров все-таки окажется в прорыве!»

В 1977–1980 гг. по Постановлению Совмина СССР были созданы и исследованы эффективные фотоприемники среднего ИК-диапазона двух типов: умеренно-охлаждаемые на основе арсенида индия и неохлаждаемые фотоманнитные приемники на основе антимионида индия для стационарных пирометрических преобразователей, используемых в автоматических системах управления технологическими процессами. После проведения соответствующих опытно-конструкторских работ прототипы данных приборов были переданы в 1978 и 1979 гг. на завод «Сапфир» (Москва) и НПО «Термоприбор» (Львов). Кроме того, технология создания неохлаждаемых фотодетекторов на основе InAs (С.В. Слободчиков, М.П. Михайлова, Ю.С. Сметанникова, Г.Н. Талалакин) была передана для освоения в НИИ Прикладной физики (ныне ГНЦ РФ АО «НПО «Орион») [32,33].

В 80-е годы с началом разработки и реализации волоконно-оптических линий связи на основе кварцевых волокон для спектрального диапазона 1.3–1.5 мкм и появлением эффективных полупроводниковых лазеров, в мире возникает необходимость создания быстродействующих фотодиодов с низким уровнем избыточных шумов. Для приема лазерного излучения в системах телекоммуникаций до этого времени использовались Ge и Si лавинные фотодиоды и фототранзисторы [43,44]. Было показано, что продвижение прозрачности волокон в длинноволновый диапазон (>2 мкм) позволит снизить оптические потери на два порядка. Появились первые сообщения о создании таких волокон на основе флюоридных и халькогенидных стекол для III поколения ВОЛС [45,46]. Это стимулировало работы по созданию в ФТИ длинноволновых инфракрасных лавинных диодов и исследованию процессов ударной ионизации в полупроводниках A^3B^5 и их твердых растворах для диапазона 2–4 мкм [45–49]. Актуальность таких исследований была отмечена сотрудниками лаборатории А.А. Рогачева в следующих строках:

Сегодня лишь с лавиною диод,
Сегодня лазер делают погоду.
Мы завершаем плавный переход
К тематике гетероперехода. . .

В работе М.П. Михайловой, А.А. Рогачева, И.Н. Ясиевич [47] впервые было установлено, что в материалах типа InAs и GaSb, в которых ширина запрещенной зоны близка к величине спин-орбитального расщепления валентной зоны, достигается так называемый «резонанс» зон, когда порог ударной ионизации минимален и равен значению энергии ширины запрещенной зоны, при этом ионизация осуществляется дырками из спин-орбитально отщепленной зоны. Детальные исследования коэффициентов ионизации в InAs, GaSb, AlSb и их твердых растворах были проведены в 1976–1984 гг. в работах М.П. Михайловой, И.А. Андреева, В.И. Королькова и М.З. Жингарева и подробно описаны в обзорах [48–50]. Теоретически и экспериментально была показана возможность управления отношением коэффициентов ионизации путем изменения зонной структуры, температуры, а также состава и ориентации рабочей поверхности эпитаксиальных слоев твердых растворов. Теоретические работы И.Н. Ясиевич и А.П. Дмитриева по расчету функции распределения горячих носителей и процессов ударной ионизации электронами и дырками в сильных электрических полях привели к пониманию особенностей ударной ионизации в полупроводниках A^3B^5 и показали возможность достижения асимметрии коэффициентов ионизации в зависимости от особенностей зонной структуры. Эти работы в сочетании с проведенными экспериментальными исследованиями коэффициентов ударной ионизации обширного класса полупроводников (InAs, InAsSb, GaSb, GaInSb, GaAsSb, GaAlSb, InGaAs, InGaAsP) заложили основы создания малошумящих лавинных фотодиодов с большим отношением коэф-

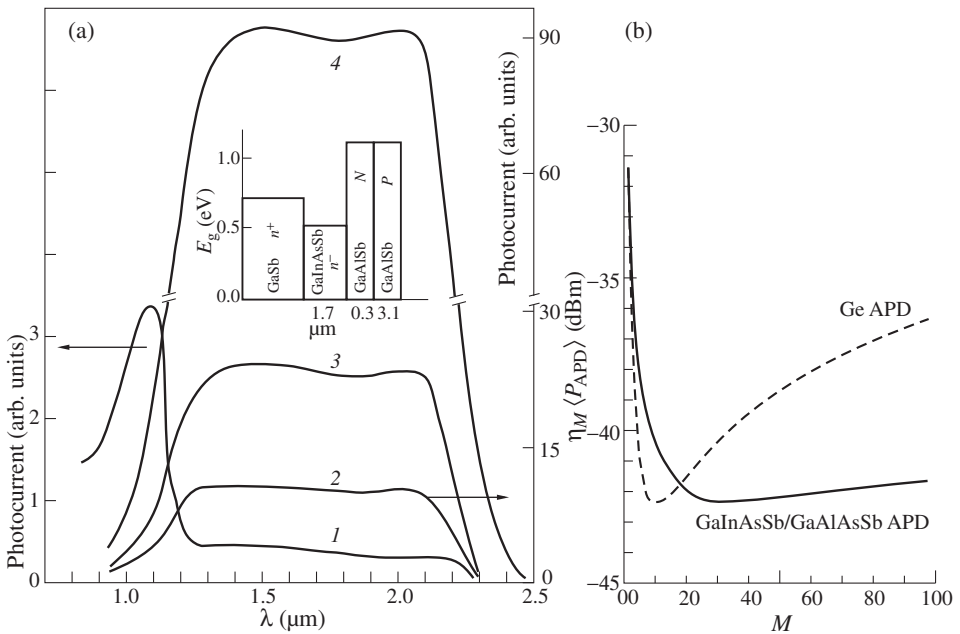


Рис. 9. (a) Спектры фототока лавинного фотодиода с разделенными областями поглощения (GaInAsSb) и умножения (p-n-GaAl(As)Sb) в зависимости от обратного смещения; (b) порог оптического модуля на основе лавинного фотодиода GaInAsSb/AlGa(As)Sb в сравнении с модулем на основе Ge ЛФД [51]

фициентов ионизации дырок и электронов. Первые лавинные фотодиоды для среднего ИК-диапазона на основе такого подхода были созданы и продемонстрированы в 1975–1980 гг. Отметим, что приоритет данных работ заслужил международное и отечественное признание [32,33,42]. Впервые была разработана технология создания быстродействующих низкошумящих лавинных фотодиодов для области спектра 1.6–2.4 мкм на основе гетероструктур с разделенными областями поглощения (GaInAsSb) и умножения (область сильного поля в $Al_xGa_{1-x}Sb$ p-n переходе «резонансного состава», $x = 0.04-0.06$, при этом соотношение $\Delta/E_g \approx 1.04$). В этих приборах был достигнут коэффициент умножения $M = 20-30$ на длине волны 2 мкм, отношение коэффициентов ионизации дырок и электронов $\beta/\alpha \sim 30$ и сверхнизкий коэффициент избыточного шума $F \sim 1.6$ (при $M = 10$). Произведение коэффициента усиления на ширину полосы пропускания составило $M \times B = 50-60$ ГГц. Впервые была продемонстрирована возможность создания быстродействующего оптического модуля с лавинным фотодиодом на основе GaSb/GaAlAsSb (рис. 9). Оптический модуль был испытан в Государственном оптическом институте им. С.И. Вавилова для детектирования оптических импульсов от твердотельных лазеров ИФ:Но ($\lambda = 2.06$ мкм) и YAG-Cr,Tm:Ho ($\lambda = 2.09$ мкм) и показал минимальную пороговую чувствительность. Этот модуль был испытан также для работы ВОЛС на длине волны 1.55 мкм при скоростях передачи информации 0.5–1.0 Гбит/с и при пороговой чувствительности $\eta < P_{APD} = -42.3$ dBm при $M = 34-39$, которая превосходила значения аналогичного модуля с Ge лавинным фотодиодом [51]. Такие лавинные диоды перспективны для лазерной дальнометрии и локации в сберегающем глаз спектральном диапазоне, гетеродинного детектирования в системах телекоммуникаций III поколения на длинноволновых волокнах с низкими потерями, информационных технологий. В 1982 году готовилась передача технологии получения гетероструктур для лавинных фотодиодов на основе соединений InAs и GaSb в НПО «Орион», однако развал электронной промышленности СССР в 90-е годы помешал реализации этого проекта.

IIa. Исследование ступенчатых гетеропереходов II типа

В своем обзоре [38], посвященном истории и будущему полупроводниковых гетероструктур, и в Нобелевской лекции [39] Ж.И. Алфёров писал о перспективах гетеропереходов II типа: «Реализация инжекционного лазера на основе гетеропереходов II-го рода в системе GaInAsSb-GaSb открыла хорошие перспективы для создания эффективных когерентных источников света в инфракрасном оптическом диапазоне. Излучение в структурах такого типа возникает за счет рекомбинации электронов и дырок, локализованных в самосогласованных потенциальных ямах, расположенных по разные стороны от гетерограницы. Таким образом, гетероструктуры II-го рода открывают новые возможности, как в фундаментальных исследованиях, так и для приборных применений, реализация которых на гетероструктурах I-го рода в системе соединений A^3B^5 невозможна. Однако практическое использование гетероструктур II-го рода до сих пор лимитируется недостаточным пониманием их фундаментальных свойств и ограниченным числом экспериментально исследованных систем». Представленные в настоящей статье результаты проведенных в ФТИ детальных исследований оптических, магнитотранспортных, фотоэлектрических свойств гетеропе-

реходов II типа как ступенчатых, так и разьединенных и создание на их основе лазеров, светодиодов, фотодетекторов, лавинных фотодиодов для среднего ИК-диапазона в значительной степени восполняют этот пробел. Новые физические явления, рассмотренные в представленных здесь работах имеют чрезвычайно важное значение для понимания процессов, происходящих в новых низкоразмерных полупроводниковых структурах с гетерограницей II типа, в том числе, наноструктурах с квантовыми точками и квантовыми проволоками.

На 70-летие Ж.И.Алфёрова сотрудницы лаборатории исполнили шуточную песню, посвященную гетеропереходам II типа:

Гетеропереходы мы II рода,
На нас сегодня исключительная мода.
И тот прибор лишь нынче делает погоду,
Где есть гетеропереход II рода.

Антимониды–арсениды — вот основа
Для нашей новой удивительной структуры.
И осциллирует в магнитном поле снова,
И здесь видна ее двумерная натура.

Пускай барьеры нас сегодня разделяют,
Но ведь запрет на излучение не вечен:
И сквозь барьеры электроны проникают,
И нам туннель через границу обеспечен.

Мы неизменно ярко светим в инфракрасе
И потому в своей уверены победе:
Мы конкуренцию составить можем точкам,
Капризным этим леденцовским дочкам!

Наибольший интерес исследователей привлекают гетеропереходы II типа со ступенчатой структурой зон, в которых скачки потенциала на гетерогранице направлены в одну сторону (рис. 7b и 7c). Фундаментальными свойствами гетеропереходов II типа является пространственное разделение электронов и дырок на гетерогранице и их локализация в самосогласованных квантовых ямах на интерфейсе. Как впервые показали в 1983 г. Г. Кремер и Г. Гриффитс [52], в такой системе может возникать туннельная излучательная рекомбинация через гетерограницу с энергией излучения меньшей ширины запрещенной зоны узкозонного полупроводника, что позволяет управлять оптическими свойствами таких гетероструктур в широких пределах. Экспериментальное первое подтверждение этого эффекта было получено в работе [53] при исследовании фотолюминесценции гетероперехода II типа $AlInAs/InP$.

В 1985 году в ФТИ в лаборатории А.А. Рогачева был создан первый инфракрасный полупроводниковый лазер на основе гетероперехода II типа $GaInAsSb/GaSb$ [54], выращенного методом ЖФЭ, работающий с низким порогом в диапазоне длин волн 1.7–2.4 мкм в широком интервале температур 4.2–300 К (рис. 10). Оригинальная технология была разработана А.Н. Барановым и Ю.П. Яковлевым. Специфические особенности такого лазера, связанные с преимуществом использования гетероперехода II типа с самосогласованными квантовыми ямами на гетерогранице, были объяснены А.А. Рогачевым туннельны-

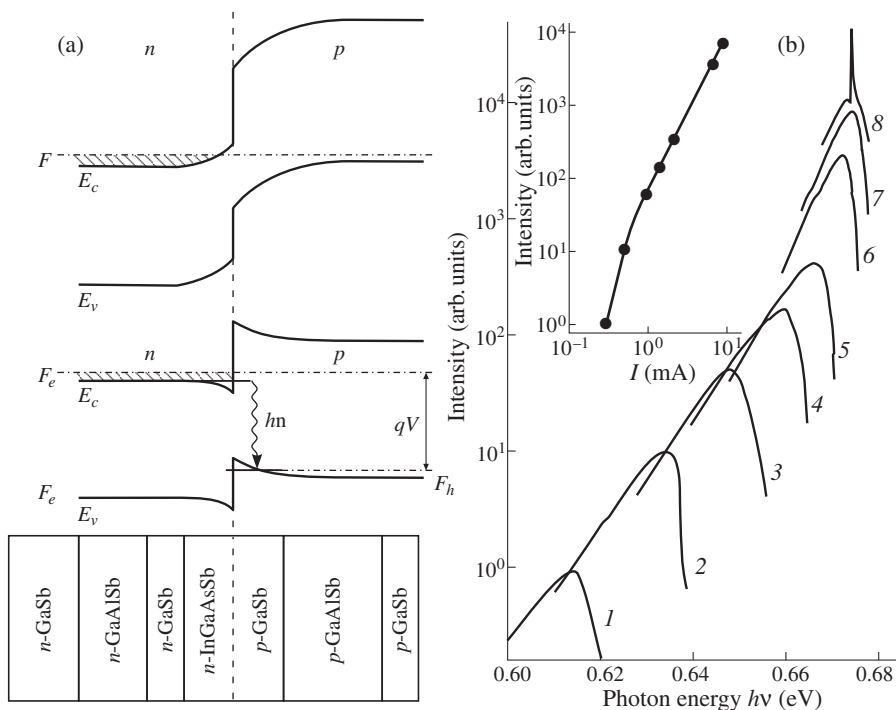


Рис. 10. Лазер на основе ступенчатого гетероперехода II типа в системе GaSb-GaInAsSb [54]. (a) Энергетическая диаграмма структуры; (b) спектры спонтанного и когерентного излучения лазерной структуры с разъединенным гетеропереходом II типа в активной области в интервале температур 4.2–300 К

ми (неинжекционными) переходами локализованных носителей заряда и их рекомбинацией вблизи гетерограницы. Практическое использование таких лазеров требовало применения новых современных эпитаксиальных технологий. В 1989 году П.С. Копьевым, А.М. Монаховым, Н.Н. Леденцовым и А.А. Рогачевым была предложена конструкция «неинжекционного лазерного диода» на основе квантово-размерной гетероструктуры II типа с глубокой дельтаобразной ямой [55]. Позже прототип такого лазера был выращен методом молекулярной пучковой эпитаксией А.Н. Барановым в Университете Монпелье-2 (Франция).

Характерные особенности гетеропереходов II типа определяют их оптические, транспортные и фотоэлектрические свойства по сравнению с гетеропереходами I типа, а также влияют на параметры приборов на их основе. Уникальные свойства таких гетероструктур вызывают большой интерес и начинают исследоваться как в ФТИ, так и во многих зарубежных лабораториях [56–58]. В лаборатории А.А. Рогачева были исследованы фотолуминесцентные, электролюминесцентные, электрические и фотоэлектрические свойства гетеропереходов II типа в системе GaSb-InAs как ступенчатых, так и разъединенных и определены их зонные энергетические диаграммы [56]. Было достигнуто понимание физических процессов, происходящих на гетерогранице II типа, и обнаружены новые физические явления. Впервые наблюдалась интенсивная длинноволновая полоса в фото- и электролюминесценции в p-GaInAsSb/p-GaSb структу-

рах, обусловленная интерфейсными рекомбинационными переходами электронов, локализованных в квантовой яме на гетерогранице со стороны узкозонного материала. Нужно отметить, что из-за асимметрии гетерограницы II типа n-p переход не эквивалентен p-n переходу, поскольку в данных гетеропереходах узкозонный и широкозонный слои имеют разные типы проводимости, что важно учитывать при конструировании приборов на их основе. В таких гетероструктурах было установлено, что рекомбинация носителей заряда на гетерогранице II типа вносит значительный вклад в спектр спонтанной люминесценции светодиодов на основе N-n-P и N-p-P (GaSb/GaInAsSb/GaSb) гетеропереходов. При этом наблюдался различный характер поляризации полос излучения, приписанных различным механизмам (объемный или интерфейсный) излучательной рекомбинации [60].

При изучении фотоэлектрических свойств изотипной гетероструктуры N-GaSb/n-Ga_{1-x}In_xAs_ySb_{1-y} ($x = 0.18-0.20$) был обнаружен новый механизм усиления фототока, связанный с модуляцией прозрачности барьера на интерфейсе и обусловленный туннельным переходом электронов из зоны проводимости GaSb, и локализацией фотоиндуцированных дырок в потенциальной яме на стороне GaInAsSb вблизи гетерограницы II типа. В двухслойных (N-n) и трехслойных (N-n-N) гетероструктурах наблюдалось усиление фототока до 10^2-10^3 в температурном интервале 77–300 К [61]. Поскольку механизм фотоэлектрического усиления в этих структурах беспороговый, большое усиление может быть достигнуто при достаточно малых прямых и обратных смещениях (менее 100 мВ). Помимо практического использования таких изотипных гетероструктур в качестве фотоприемников среднего ИК-диапазона (2–3 мкм), они могут представлять интерес как элементы нелинейной оптики. Отметим, что эта работа проводилась в тесном взаимодействии с НПО «Электрон».

Пв. Исследование разьединенных гетеропереходов II типа

Наиболее интересными и необычными свойствами обладают гетеропереходы II типа с так называемой разьединенной (broken-gap или misaligned) структурой энергетических зон (рис. 7b). В работах Л. Езаки с сотрудниками было показано, что гетеропереходы II типа GaSb/InAs и их твердые растворы могут образовывать разьединенные гетеропереходы благодаря тому, что из-за большого различия значений электронного сродства потолок валентной зоны GaSb лежит по энергии выше дна зоны проводимости InAs. При этом разрыв зон на гетерогранице составляет около 120 мэВ при комнатной температуре [62].

В лаборатории электронных полупроводников впервые были экспериментально исследованы уникальные свойства разьединенных гетеропереходов в системе твердых растворов GaInAsSb, изопериодных с подложками InAs и GaSb, и установлены их зонные энергетические диаграммы (М.П. Михайлова, К.Д. Моисеев, В.В. Шерстнев, Т.И. Воронина, Т.С. Лагунова) [46,63–66]. При изучении электрических и фотоэлектрических свойств N-p, N-n и P-p гетеропереходов на основе гетероструктур GaInAsSb/InAs(GaSb) было обнаружено, что их вольтамперные характеристики (ВАХ) являются выпрямляющими, тогда как ВАХ p-n гетероперехода демонстрировала омическое поведение с наклоном, соответствующим величине сопротивления около 1 Ом, в широком диапазоне температур (4.2–300 К) и токов, что указывает на тот факт, что исследуемая структура яв-

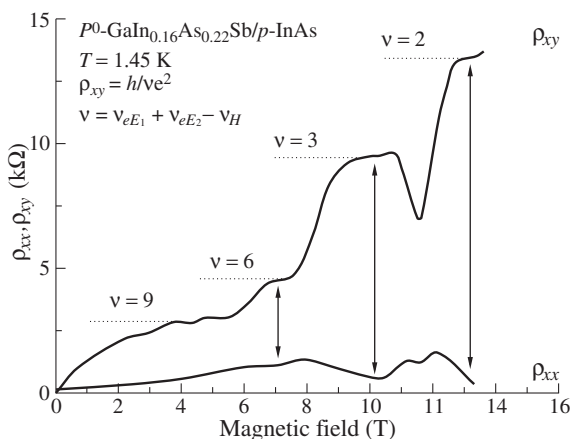


Рис. 11. Квантовый эффект Холла (КЭХ) в одиночном гетеропереходе II типа $p\text{-GaIn}_{0.16}\text{As}_{0.22}\text{Sb}/p\text{-InAs}$ при $T = 1.45\text{ K}$ [69]. Стрелками показано плато квантового эффекта Холла

ляется разьединенным гетеропереходом II типа. Были оценены зонные разрывы на гетерогранице II типа $\text{GaInAsSb}/\text{InAs}$ ($\Delta E_c = 0.80\text{ эВ}$, $\Delta E_v = 0.34\text{ эВ}$) и перекрытие энергетических зон на интерфейсе составило $40\text{--}80\text{ мэВ}$. Интересно отметить, что для «выпрямляющих» гетероструктур на разьединенной гетерогранице II типа формируются большие изгибы зон, а область объемного заряда лежит, главным образом, либо в широкозонном материале (N-n, N-p), либо в узкозонном (P-p). Такие гетеропереходы аналогичны диодам Шоттки, в которых роль металлического контакта играет либо широкозонный материал, либо узкозонный. Эти характерные особенности разьединенных гетероструктур необходимо учитывать при конструировании светоизлучающих и фотоэлектрических приборов. Экстраординарные свойства разьединенных переходов подтверждают спектры фоточувствительности трех данных гетероструктур. Как и ожидалось, максимумы фоточувствительности для N-n и N-p гетероструктур лежат в коротковолновой области спектра, а спектр P-p гетероструктуры сдвинут в длинноволновую область [60,63,64]. На примере системы $\text{GaInAsSb}/\text{InAs}(\text{GaSb})$ были детально изучены условия перехода от ступенчатого гетероперехода к разьединенному в зависимости от состава твердых растворов и температуры [63], согласующиеся с результатами теоретической работы [66].

Наиболее интригующим фактом было обнаружение двумерного полуметаллического канала с высокой электронной подвижностью $50000\text{--}80000\text{ см}^2/(\text{В}\cdot\text{с})$ в изотипной гетероструктуре $p\text{-Ga}_{1-x}\text{In}_x\text{As}_y\text{Sb}_{1-y}/p\text{-InAs}$ ($x = 0.04\text{--}0.16$) [65]. Для проведения данных исследований К.Д. Моисеевым были получены методом ЖФЭ уникальные гетероструктуры с резкой планарной границей раздела между двумя полупроводниками шириной в 3–4 монослоя ($10\text{--}12\text{ \AA}$) [66]. Магнито-транспортные и оптические свойства 2D-электронного канала были изучены в широком диапазоне магнитных полей (до 35 Т) при низких и сверхнизких температурах $1.5\text{--}10\text{ K}$ [69–71]. Эксперименты по магнитофотолюминесценции и циклотронному резонансу позволили оценить эффективные массы 2D-носителей заряда для трех размерно-квантовых подзон в полуметаллическом ка-

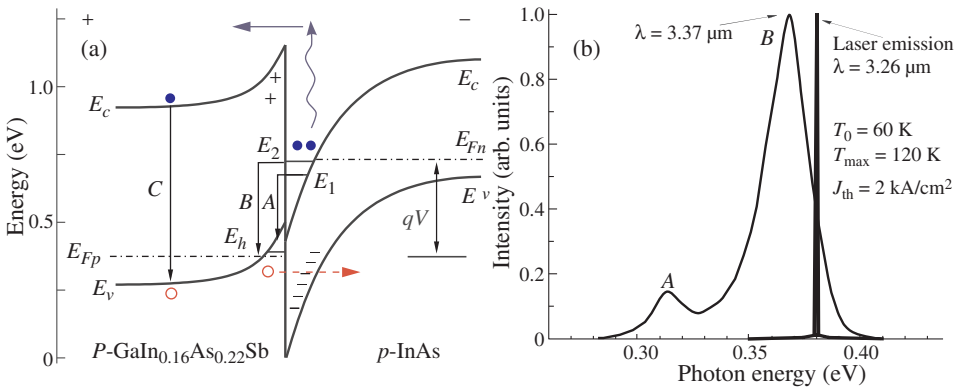


Рис. 12. (а) Излучательные рекомбинационные переходы вблизи одиночной разьединенной гетерогранице II типа $p\text{-GaInAsSb}/p\text{-InAs}$ при приложении внешнего смещения; (б) туннельно-инжекционный лазер с разьединенным гетеропереходом $p\text{-GaInAsSb}/p\text{-InGaAsSb}$ в активной области [75]

нале. Были установлены условия перехода от полуметаллической проводимости к полупроводниковой и наблюдалось истощение электронного канала в зависимости от состава и уровня легирования четверного твердого раствора GaInAsSb . В слабых магнитных полях (0–2 Т) в гетероструктурах $p\text{-GaInAsSb}/p\text{-InAs}$, выращенных на подложках, сильно легированных марганцем ($p > 5 \times 10^{18} \text{ см}^{-3}$), наблюдались аномальный эффект Холла (АЭХ) и отрицательное магнитосопротивление [65]. Такие материалы могут обладать ферромагнитными свойствами и быть интересными для получения полупроводников с высокой температурой Кюри, перспективных для приложений в спинтронике и для магнитных сенсоров.

При изучении планарного квантового магнитотранспорта (в сильных магнитных полях 12–35 Т) в одиночных гетероструктурах $p\text{-GaInAsSb}/p\text{-InAs}$, которое проводилось совместно с лабораторией кинетических явлений в твердых телах при низких температурах (Р.В. Парфеньев, В.А. Березовец), удалось наблюдать плато целочисленного эффекта Холла для электронов в присутствии дырочной подсистемы (рис. 11) [71]. При этом, при достижении плато квантового Холла, равного h/e^2 , с увеличением внешнего магнитного поля была зафиксирована смена знака для Холловского сопротивления с электронного на дырочный, что указывало на переход в диэлектрическое состояние в полуметаллическом канале на гетерогранице II типа. Результаты исследования вертикального квантового магнитотранспорта и спин-зависимых явлений продемонстрировали существование энергетической щели в туннельной плотности состояний (диэлектрическое состояние) при нахождении уровня Ферми между наименьшими уровнями Ландау 2D-электронной системы [72–74]. Выход из диэлектрического состояния происходил резонансным образом при совпадении уровня Ферми с уровнями Ландау, и величина ступенек ВАХ зависела от направления спина ближайшего уровня Ландау. Эти работы в известном смысле предвосхитили проводимые в последние десятилетия исследования магнитных и топологических свойств и особенностей поведения 2D-полупроводниковых гетероструктур с полуметаллической (инвертируемой) зонной структурой на основе системы InAs-GaSb [75,76].

В одиночной разьединенной гетероструктуре II типа p-GaInAsSb/p-InAs обнаружена и изучена интенсивная интерфейсная электролюминесценция с энергией фотона меньше энергии запрещенной зоны соединений, формирующих гетеропереход, обусловленная резонансным туннелированием электронов из квантовой ямы на гетерогранице на стороне p-InAs с их последующей рекомбинацией с дырками, локализованными на стороне твердого раствора [69]. Понимание необычного поведения носителей на гетерогранице II типа стимулировало создание целого класса новых оптоэлектронных приборов для среднего ИК-диапазона. Так, был предложен и впервые реализован туннельно-инжекционный лазер с одиночным разьединенным гетеропереходом II типа в активной области (рис. 12а) [77]. Большие разрывы зон на гетерогранице обеспечили хорошее электронное ограничение и удержание носителей заряда в активной области лазера, тогда как основным механизмом излучательной рекомбинации стали туннельные переходы электронов и дырок через квантовые состояния на гетерогранице II типа. При этом стимулированное излучение возникало на высокоэнергетическом краю полосы спонтанного излучения (рис.12b). Низкий пороговый ток был достигнут за счет подавления безызлучательной Оже-рекомбинации для данных рекомбинационных переходов. В 2005 году цикл работ по созданию и исследованию оптических и магнитооптических свойств гетеропереходов II типа в системе GaSb-InAs и реализации их в приборах был удостоен именной премии А.Ф. Иоффе ФТИ (М.П. Михайлова, К.Д. Моисеев, А.Н. Титков, Р.В. Парфеньев, Ю.П. Яковлев). Эти исследования легли также в основу создания целой серии инфракрасных светодиодов, лазеров и фотодиодов для средней ИК-области спектра 1.5–4.5 мкм [78] с разьединенным гетеропереходом в активной области.

Рассмотренные исследования важны для создания светоизлучающих структур, лазеров и фотодетекторов на основе других полупроводниковых материалов, которые могут образовывать гетеропереходы со ступенчатой или разьединенной структурой зон. В обзоре Б. Вильсона [79], посвященном изучению динамики носителей в гетеропереходах II типа и их рекомбинационным свойствам, приводится перечень таких материалов на основе полупроводников A^3B^5 (AlInAs/InP, InGaAs/GaAsSb, GaInAsSb/GaSb, GaAs/InP, InAs/GaSb и др.).

III. Инфракрасная оптоэлектроника

В 1995 году в ФТИ на базе лаборатории электронных полупроводников была образована лаборатория инфракрасной оптоэлектроники под руководством доктора физ.-мат. наук Юрия Павловича Яковлева, ученика Д.Н. Наследова и Б.В. Царенкова. Сохраняя выбранное ранее направление по исследованию фундаментальных свойств полупроводников A^3B^5 и гетероструктур на их основе, основное внимание уделяется разработке технологии выращивания многокомпонентных твердых растворов и формированию гетероструктур на основе узкозонных материалов (InSb, InAs, GaSb) методами ЖФЭ и газофазной эпитаксии из металлоорганических соединений (МОГФЭ), а также созданию и исследованию оптоэлектронных приборов (лазеров, светодиодов и быстродействующих фотодиодов) для среднего ИК-диапазона (1.6–5 мкм). Этот диапазон важен, в первую очередь, для экологического мониторинга и охраны окружающей среды, поскольку в этом диапазоне лежат полосы поглощения основных природных и

промышленных газов (H_2O , CO_2 , CO , CH_4 , NO_2 , H_2S и др.), а также горючих и взрывчатых веществ. Кроме того, оптоэлектронные сенсоры востребованы для ряда медицинских применений (контроль выдыхаемой смеси, контроль анестетиков, неинвазивная диагностика содержания глюкозы в крови и др.). В конце 80-х годов в институте разрешили организовать научно-технические центры и через их посредство реализовывать разрабатываемые полупроводниковые приборы (лазеры, светодиоды, фотодиоды и др.). Сотрудники лаборатории отметили это событие следующим образом:

Сегодня празднуем мы Юбилей Физтеха...
Но слезы капают посередине смеха.
Фундаментальные науки не в почете,
Мы очень скоро будем все на хозрасчете.
Все на продажу — лазера, светодиоды...
Ведь нынче мода на гетеропереходы.
И мы готовы продавать и продаваться,
Лишь только б чуточку наукой заниматься.
Как только центры хозрасчетные открыли,
Уже ученые про Нобеля забыли.
Сегодня деньги просто падают нам в руки...
Подайте на фундаментальные науки!
И к Президенту РАН протягиваем руки:
Подайте на фундаментальные науки!

На основе пионерских исследований гетероструктур в системах $GaInAsSb/GaAlAsSb$, $GaInAsSb/InAs(GaSb)$, $InAs/InAsSbP$, $InAs/InAlAsSb$ были созданы высокоэффективные светодиоды для областей спектра 1.6–2.4 и 3.0–4.8 мкм [80–82]. Были разработаны длинноволновые широкополосные фотодиоды на основе узкозонных соединений $InAsSbP/InAs$ для диапазона 2.5–4.8 мкм (В.В. Шерстнев, К.Д. Моисеев, Ю.П. Яковлев), работающие при комнатной температуре. Эти фотодиоды позволяют измерять с помощью одного прибора несколько полос поглощения таких веществ, как H_2O , NO_2 , CH_4 , CO_2 [83].

В узкозонных светоизлучающих структурах исследован эффект отрицательной люминесценции, обусловленный экстракцией носителей заряда из активной области структуры при обратном смещении [84]. Этот эффект, открытый в 1965 году В.И. Ивановым-Омским и В.А. Смирновым, был использован Б.А. Матвеевым с сотрудниками для создания инфракрасных светодиодов на основе гетероструктур $InAs/InAsSbP$ для нового поколения оптико-акустических анализаторов, разрабатываемых совместно с зарубежными коллегами (проект MINIGAS при поддержке Евросоюза, 2008–2012 гг. [85].) Работа по обнаружению и исследованию отрицательной люминесценции и создание излучающих приборов на ее основе была удостоена премии им. В.Я. Френкеля (ФТИ) в 2007 г. (В.И. Иванов-Омский, В.А. Смирнов, Б.А. Матвеев, Н.М. Стусь). Эти исследования получили дальнейшее развитие при изучении оптических свойств асимметричных гетероструктур II типа с глубокими квантовыми ямами [86]. Так, в наногетероструктуре $p-InAs/AlSb/InAsSb/AlSb/p(n)-GaSb$, где квантовая яма $AlSb/InAsSb/AlSb$ была вставлена в разьединенный гетеропереход II типа $InAs/$

GaSb, наблюдалась высокая интенсивность отрицательной люминесценции в интервале длин волн 3–5 мкм, превышающая на 60% положительную люминесценцию в максимуме спектра излучения при $T > 300\text{--}380\text{ К}$.

В последние годы экспериментально и теоретически было исследовано явление «беспорогового» усиления фототока/фотопроводимости при малых обратных смещениях в наногетероструктурах II типа n-GaSb/InAs/p-GaSb с одиночной квантовой ямой, обусловленное эффектом туннелированием носителей заряда и фильтрацией эффективной массы через изотипную гетерограницу n-GaSb/n-InAs [87]. Полученные результаты могут быть применены при создании твердотельного фотоумножителя нового типа для волоконно-оптических линий связи, работающего в ближнем ИК-диапазоне (1.2–1.6 мкм) с высоким усилением фототока $G \geq 10^2\text{--}10^3$ при низком энергопотреблении. Совместно с ООО «ИюффеЛЕД» и НПО «Электрон» разработаны широкополосные флипчип фотодиоды на основе двойной гетероструктуры p-InAsSbP/n-InAs/n-InAsSbP, перспективные для создания малоформатных матриц для среднего ИК-диапазона [88].

На основе спектрально-согласованных пар светодиод–фотодиод [89] был разработан целый ряд оптоэлектронных сенсоров: анализатор влажности бумаги [90], углекислого газа и метана [87], анализатор содержания воды в нефти [91] и сенсор водорода нового типа [92] на основе фотоэлектрического метода регистрации, предложенного С.В. Слободчиковым в 1991 году. Большинство разработок защищено авторскими свидетельствами и патентами. На рисунке 13 представлена конструкция опытного образца портативного оптического анализатора воды в нефти на основе инфракрасной трехсветодиодной матрицы, излучающей в диапазоне 1.85–2.4 мкм. С помощью этого прибора были проведены тестовые испытания по определению содержания воды в сырой нефти типа «дефон» (Бирючевский ЦПС ОАО «Татнефть», г. Бугульма) и получены хорошие результаты. Разработанный анализатор позволяет определять концентрацию воды в водно-нефтяной смеси в диапазоне от 0 до 80% с погрешностью 2–3% (совместная разработка лаборатории ИК оптоэлектроники и ООО «АИБИ»).

Созданы инфракрасные фотодиоды на основе гетероструктур GaInAsSb/AlGaAsSb для спектрального диапазона 1.6–2.4 мкм (рис. 14), обладающие высокой обнаружительной способностью $D^* \geq 10^{11}\text{ см В}^{-1}\text{ Гц}^{1/2}$ и быстродействием свыше 2–5 ГГц (И.А. Андреев, М.П. Михайлова, Г.С. Соколовский), превосходящие по параметрам зарубежные аналоги, выпускаемые известными фирмами (Hamamatsu, Epitaxx, Sensor Ltd. и др.) [93–95]. Разработана технология легирования соединений антимонида галлия редкоземельными элементами с целью получения низкой концентрации примесей (до 10^{16} см^{-3}) в активной области фотодиодов на основе GaSb. Для снижения темновых токов и защиты боковой поверхности меза-структур была разработана оригинальная методика пассивации в сульфидных растворах NH_4S_2 , защищенная патентами (Т.В. Львова, Е.В. Куницына) [96].

За создание и исследование быстродействующих p-i-n фотодиодов и лавинных фотодиодов на основе узкозонных гетероструктур полупроводников A^3B^5 для среднего ИК-диапазона сотрудники лаборатории и Центра наногетероструктур ФТИ были удостоены в 2012 г. именной премии им. В.М. Тучкевича (И.А. Андреев, М.П. Михайлова, И.Н. Ясиевич, Н.Д. Ильинская, Е.В. Куни-

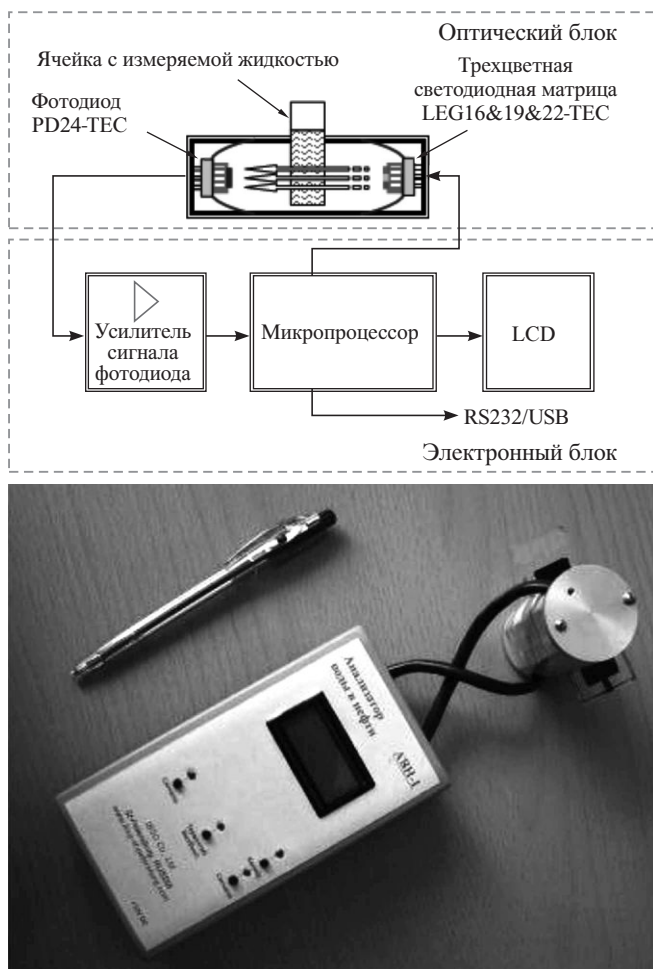


Рис. 13. Портативный оптический анализатор содержания воды в нефти на базе трех светодиодов и фотодиода в области спектра 1.5–2.5 мкм [89]

цына, Ю.П. Яковлев).

Новым перспективным шагом в создании лазеров на основе узкозонных полупроводников A^3B^5 для средней области ИК-спектра (2–4 мкм) было предложение использовать конструкцию лазерной структуры в форме диска, работающую на модах шепчущей галереи. В общем понимании, моды шепчущей галереи являются универсальными линейными возбуждениями дисковых и кольцевых резонаторов. Впервые они наблюдались в 1910 году как звуковые волны, распространяющиеся вдоль наружной стены галереи для посетителей в круглом зале собора Св. Павла в Лондоне, и были исследованы лордом Рэлеем [97]. Придуманное для этого акустического явления название — моды шепчущей галереи (whispering gallery modes — WGM) — было использовано для обозначения собственных мод дисковых резонаторов. Известно, что в узкозонных полупроводниковых соединениях сильны (по сравнению с более широкозонными) процессы безызлучательной рекомбинации, что понижает коэффициент усиления в актив-

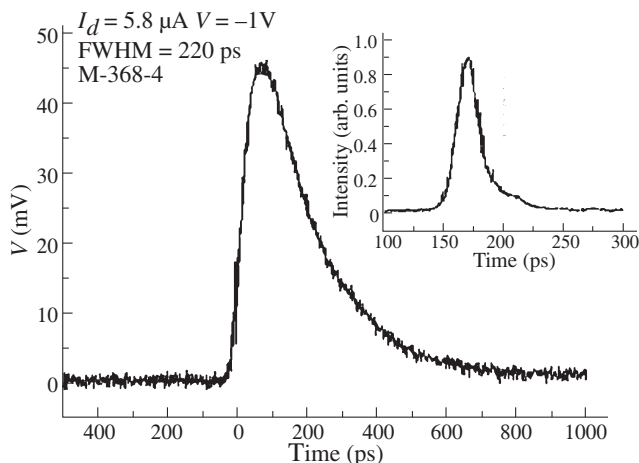


Рис. 14. Быстродействие p-i-n фотодиода GaSb/GaInAsSb/GaAlAsSb при воздействии лазерного импульса ($\lambda = 1.3$ мкм). На врезке форма импульса лазера на основе InGaAsP/InP [94]

ной области лазера. Добротность дискового резонатора может превышать значение 10^6 , тогда как добротность резонатора Фабри–Перро составляет порядка $3 \cdot 10^2$. Существенное увеличение добротности, обеспечиваемое дисковыми резонаторами, позволяет получить прибор, генерирующий излучение даже когда оптическое усиление в активной области невелико.

Первые полупроводниковые WGM-лазеры среднего ИК-диапазона (3–4 мкм) были созданы сотрудниками лаборатории ИК-оптоэлектроники (ФТИ) В.В. Шерстневым и А.М. Монаховым совместно с сотрудниками группы проф. А. Криера (Университет Ланкастера, Англия), на основе объемных двойных гетероструктур InAsSbP/InAsSb/InAsSbP, выращенных методом ЖФЭ [98]. Такие WGM-лазеры работали в непрерывном режиме вплоть до 150 К. Следующим шагом было создание WGM-лазеров для диапазона 2.0–2.4 мкм на основе квантово-размерной наногетероструктуры GaAlAsSb/GaInAsSb методом молекулярно-пучковой эпитаксии (МПЭ) совместно с сотрудниками группы проф. А.Н. Баранова (Университет Монпелье-2, Франция) [99]. Такие лазеры работали в непрерывном режиме уже при комнатной температуре. Одна из главных проблем дисковых лазеров — это вывод излучения за пределы резонатора. Поскольку добротность дискового лазера на два–три порядка превышает добротность лазера Фабри–Перро, то когерентное излучение в основном сосредоточено в дисковом резонаторе и только малая часть покидает кристалл за счет рассеивания когерентного света на дефектах, локализованных на поверхности дискового резонатора. Для решения данной проблемы авторы предложили использовать WGM-лазеры с усеченным резонатором, т.е. разделить дисковый резонатор на две и более частей, что позволяет получать направленный пучок из торца резонатора. В этом случае полу-дисковый или четверть-дисковый лазеры сходны с полосковыми лазерами, и добротность их будет определяться прозрачностью зеркал. Возможным преимуществом таких приборов являются минимизация размеров и удвоение однонаправленной выходной оптической мощности для полу-дискового лазера по сравнению с полосковым. Кроме того, в четверть-

дисковом лазере формируются два перпендикулярных световых пучка, которые могут быть использованы в двухлучевых источниках когерентного света (как однонаправленные, так и разнонаправленные), перспективных для создания портативных лазерных спектрометров.

Говорят, известен всем
Чудо-лазер WGM (ВЖМ):
Хоть колите — все одно,
Лазерит он все равно.

Витя создал WGM,
А Мавроди — MMM.
И молва идет в народе —
Чем же Витя не Мавроди?!

Режем лазер пополам,
А потом еще квадрант,
И на каждый тот квадрант,
Подаем отдельный грант.
И идет надбавка всем!
Чем же Вам не MMM?!

Большое внимание в лаборатории ИК-оптоэлектроники уделялось фундаментальным исследованиям низкоразмерных гетероструктур с квантовыми ямами и квантовыми точками на основе узкозонных полупроводниковых соединений A^3B^5 и гетероструктур II типа. Разработана технология получения наногетероструктур с самоорганизующимися квантовыми точками и квантовыми штрихами InSb в узкозонной матрице на основе многокомпонентных твердых растворов в системе In-As-Sb-P и Ga-In-As-Sb как методом ЖФЭ, так и методом МОГФЭ [100–102]. Плотность массивов полученных нанобъектов достигала 10^{10} см⁻². Были определены размеры полученных когерентных квантовых точек InSb, которые составляли 3–4 нм в высоту и 11–13 нм в диаметре и впервые были получены вольтамперные характеристики отдельно расположенной открытой квантовой точки InSb на поверхности бинарной матрицы InAs. Установлено, что при заданных технологических условиях наращивания наблюдается изменение геометрии nanoостровков InSb в зависимости от химии поверхности матрицы. Разработана технология наращивания методом МОГФЭ эпитаксиальных слоев предельного состава многокомпонентных твердых растворов в системе In-As-Sb-P при низких температурах роста ($T < 520$ °C) в условиях атмосферного давления [103]. Присутствие общих катиона и аниона, как в матрице, так и в наращенном слое влияет на формирование граней квантовых точек/штрихов плоскостями одного семейства. Изготовлены прототипы светоизлучающих приборов на основе гетероструктур с квантовыми штрихами InSb, помещенными в изотипную матрицу на основе соединений InAs, которые работали на длине волны 3.62 мкм при комнатной температуре [104]. Использование в активной области лазеров и светодиодов наногетероструктур с квантовыми точками и квантовыми штрихами на основе узкозонных антимоноидных соединений, в которых носители заряда будут локализованы сильнее, чем в квантовой яме, позволит реализовать большее перекрытие волновых функций электронов и дырок, что приведет

к увеличению коэффициента усиления при существенном подавлении инжекционных и безызлучательных потерь. Преимущество создания фотодетекторов на квантовых точках и квантовых штрихах заключается в достижении более низкого значения темнового тока благодаря трехмерному ограничению волновых функций электронов в матрице, что приводит к значительному увеличению времени жизни электронов и более высокой эффективности рекомбинации носителей.

Проводимые в ФТИ экспериментальные и теоретические исследования процессов излучательной и безызлучательной рекомбинации, в особенности Оже-рекомбинации, показали перспективность использования гетеропереходов II типа для создания оптоэлектронных приборов, в которых можно управлять энергией излучения с помощью изменения высоты потенциальных барьеров на гетерограницах, а также существенно подавлять Оже-рекомбинацию [105,106]. Последний эффект обеспечивает более слабую температурную зависимость на гетерогранице II типа излучательных процессов в лазерах и светодиодах по сравнению с гетероструктурами I типа [107].

Впервые были обнаружены, экспериментально и теоретически исследованы суперлинейная электролюминесценция и степенное возрастание оптической мощности от тока накачки в спектральном диапазоне 2–3 мкм как в объемных гетероструктурах II типа с высокими потенциальными барьерами GaSb/InGaAs Sb/AlGaAsSb [108], так и в наноструктурах с глубокими квантовыми ямами I типа Al(As)Sb/InAs_{0.84}Sb_{0.16}/Al(As)Sb [109], выращенными методом МОГФЭ на подложке GaSb. Установлено, что в обоих типах гетероструктур эффект суперлинейной люминесценции обусловлен сходными механизмами, а именно, вкладом в излучательную рекомбинацию добавочных электронно-дырочных пар, создаваемых за счет ударной ионизации горячими электронами, разогретыми на скачке потенциала в зоне проводимости широкозонного барьера и первого электронного уровня (обратный Оже-эффект). Полученные результаты были использованы для создания высокотемпературных светодиодов для средней ИК-области, работающих в диапазоне 300–500 К (20–200 °С) [110]. Данный эффект также может быть применен для повышения квантовой эффективности солнечных и термо-фотовольтаических элементов.

В последние годы проведены фундаментальные исследования по выявлению параметров инвертированной зонной структуры композитных квантовых ям на основе разъединенных гетеропереходов II типа AlSb/InAs/GaSb/AlSb, полученных методом МОГФЭ на подложках GaSb и InAs [111–113]. В таких композитных квантовых ямах были изучены поглощение микроволнового излучения методом электронного парамагнитного резонанса (ЭПР) в магнитных полях до 1.4 Т в интервале температур 2.7–270 К, а также вертикальный магнитотранспорт в сильных магнитных полях до 16 Т при $T = 2.7–20$ К. Работа проводилась совместно с другими лабораториями ФТИ: (М.П. Михайлова, К.В. Калинина — лаборатория инфракрасной оптоэлектроники; Р.В. Парфеньев, В.А. Березовец — лаборатория кинетических явлений в полупроводниках; А.И. Вейнгер, И.В. Кочман — лаборатория неравновесных процессов в полупроводниках). Полученные результаты важны для понимания особенностей квантовой кинетики двумерных электронов и дырок в гетеропереходах II типа с полуметаллической квантовой ямой. Исследование инвертированных квантовых ям на основе

гетероструктур типа InAs/GaSb представляет также интерес для использования в их схемах микроволнового и терагерцового детектирования и спектроскопической техники, а также задач спинтроники.

В лаборатории квантово-размерных гетероструктур (П.С. Копьев, С.В. Иванов) активно развивается современная технология микроэлектроники — молекулярно-пучковая эпитаксия. Данная эпитаксиальная технология наращивания позволяет получать широкий спектр наноструктур как на основе узкозонных (InSb, InAs, GaSb) так и широкозонных (GaN, AlGaN) полупроводниковых соединений A^3B^5 и A^2B^6 . Совместно с лабораторией инфракрасной оптоэлектроники были получены и исследованы гибридные гетероструктуры на основе изоморфных гетеропереходов полупроводников A^3B^5 (InAs, AlGaSb) с полупроводниками A^2B^6 (CdMgSe) и впервые создан гибридный лазер с активной областью AlGaSb/InAs/CdMgSe, работающий на длине волны 2.78 мкм и сочетающий в себе преимущества гетеропереходов как I, так и II типа [114].

Большая работа была проделана в лаборатории функциональной и физической микроэлектроники (рук. Р.П. Сейсян) по разработке эпитаксиальной технологии фосфида индия, его твердых растворов InGaAsP и их применению для создания приборов микро- и оптоэлектроники ближнего ИК-диапазона 1–1.6 мкм (А.Т. Гореленок, В.В. Машутин, Н.М. Шмидт) [115–117]. С использованием оригинальной методики легирования лантанидами получены чистые эпитаксиальные слои InP и изопериодные к ним твердые растворы с управляемой концентрацией носителей заряда в диапазоне 10^{13} – 10^{17} см⁻³ и высокой подвижностью электронов. Впервые получены гетероструктуры InGaAs/InGaAsP/InP с двумерным электронным газом и подвижностью в 2D-канале до $7.3 \cdot 10^4$ см²/В·с при 4.2 К. Разработаны диоды Ганна на основе n-InGaAs/n⁺-InP, полевые транзисторы с барьером Шоттки и высоким коэффициентом усиления по мощности (17 дБ на 4 ГГц). Разработано несколько типов фотоприемников ближнего ИК-диапазона (1.2–1.6 мкм) для систем волоконно-оптической связи, в том числе, с лавинным умножением, биполярные N-p-n фототранзисторы и др. Все важнейшие результаты по получению, исследованию InP и разработке приборов на его основе находились на уровне лучших зарубежных аналогов, в ряде случаев их превосходили. По итогам этих работ получено 15 авторских свидетельств СССР на изобретения. Указанные разработки проводились в сотрудничестве с научными и исследовательскими коллективами НПО «Орион», НПО «Дальсвязь», ВНИИИРИП, что способствовало проведению работ по созданию отечественных ВОЛС, а также сетей интегрального обслуживания и кабельного телевидения [118,119].

Известно, что терагерцовая область спектра 0.1–10 ТГц (длины волн 3 мм–300 мкм) весьма привлекательна для многочисленных применений, включающих в первую очередь безопасность, медицину, астрономию и биологию. В настоящее время во всем мире ведутся широкомасштабные исследования, направленные на создание приемников и источников терагерцового излучения различного типа, а также на развитие терагерцовых диагностических технологий [120]. В группе оптической спектроскопии и фемтосекундной оптики (В.А. Андрианов, В.Н. Трухин, А.О. Захарьин и др., лаб. В.В. Белькова) ведутся исследования по всем вышеуказанным направлениям. Построен специализированный спектрометр для эмиссионных измерений в терагерцовой области спектра 5 – 350 см⁻⁴

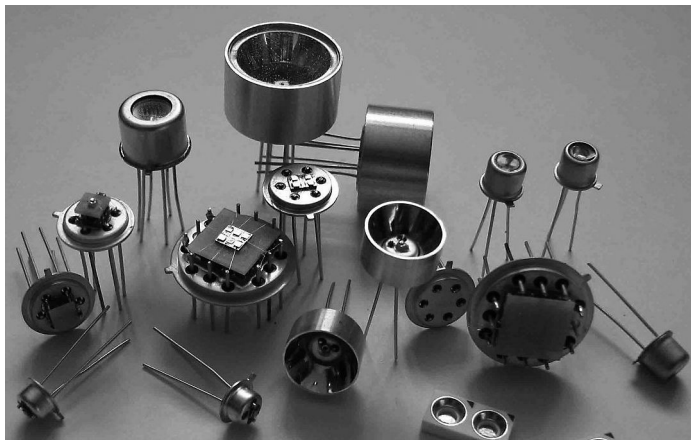


Рис. 15. Светодиоды и фотодиоды для среднего ИК-диапазона, выпускаемые фирмой ООО «АИБИ»

(0.15–10.5 ТГц, 0.62–43.4 мэВ) и создана высокочувствительная система регистрации сигналов терагерцового излучения, с уровнем шумов $\sim 1 \cdot 10^{-12}$ В/Гц^{1/2}. Исследована терагерцовая электролюминесценция в квантово-каскадной структуре на основе гетеропереходов GaAs/GaAlAs, Ge/Ga, напряженных структурах с квантовыми ямами GaAsN/GaAs, сильнолегированных слоях n-InN/Al₂O₃. Показана возможность создания нового класса излучателей ультрафиолетового и видимого диапазона на основе системы GaN-AlN, интенсивно исследуемой в последнее время.

Нужно отметить, что разработанные в ФТИ источники и детекторы для среднего ИК-диапазона, а также оптоэлектронные сенсоры на их основе, востребованы как в России, так и за рубежом. Приборы для задач ИК-спектрометрии, экологического мониторинга, газового анализа, медицинских приложений были успешно протестированы и в настоящее время используются в России, Беларуси, Болгарии, Великобритании, США, Германии, Австрии, Чехии, Норвегии, Франции, Китае. Число потребителей этих приборов, с успехом конкурирующих с известными зарубежными разработками за счет своей дешевой воспроизводимой технологии, высоких параметров и стабильности, исчисляется сотнями. Для удовлетворения растущего спроса на эти оптоэлектронные приборы в ФТИ создано несколько малых предприятий (ООО «АИБИ», ООО «ИоффеЛЕД» и др.), занимающихся разработкой, изготовлением и поставкой широкой номенклатуры изделий для среднего ИК-диапазона 2–5 мкм (рис. 15).

Заключение

Настоящий обзор, представленный к 100-летию Физико-технического института им. А.Ф. Иоффе, посвящен открытию, исследованию и практическому применению полупроводников A³B⁵ и гетероструктур на их основе, осуществленным в Физтехе в течение последних 70 лет. Начало данных работ было положено в лаборатории Д.Н. Наследова, а затем продолжено его учениками и преемниками. В августе 2018 г. исполнилось 115 лет со дня рождения профессора Д.Н. Наследова, выдающегося ученого, лауреата Ленинской и Государственной премий. Его идеям и трудам, а также его многочисленным ученикам и сподвижникам

мы обязаны появлению на свет полупроводников A^3B^5 . Данные материалы стали основой для оптоэлектроники, твердотельной электроники, фотоники, микроэлектроники, солнечной энергетики, приборов экологического мониторинга и специального применения в оборонной технике. Они охватывают широкий спектральный диапазон длин волн — от ультрафиолетового до дальнего инфракрасного излучения, включая сверхвысокие частоты и терагерцы.

Авторитет Д.Н. Наследова и его учеников, широкое взаимодействие его лаборатории с международными лабораториями и институтами (Германии, Франции, Великобритании, США, Чехии, Польши, Турции и др.) путем совместных исследований и обмена аспирантами и сотрудниками, привели к достижению новых важных результатов, обогативших физику полупроводников и расширивших возможности их практических применений. Организация научно-технических конференций учениками Д.Н. Наследова во многих республиках бывшего Советского Союза способствовала созданию научных школ по изучению полупроводниковых материалов. Следует отметить, что получение и исследование Ж.И. Алфёровым и его командой гетеропереходов на основе полупроводников A^3B^5 и создание первого в мире полупроводникового лазера на гетеропереходе, работающего при комнатной температуре, обусловило развитие целого класса новых приборов: квантовых генераторов, фотодетекторов, фототранзисторов, солнечных фотоэлементов. Приоритет этих работ принадлежит Физико-техническому институту им. А.Ф. Иоффе.

Памяти Жореса Ивановича Алфёрова (15.03.1930 – 01.03.2019)

*Бороться и искать,
Найти и не сдаваться.
(В. Каверин)*

Когда гетеропереходы
Жорес Иванович открыл,
Никто не мог тогда представить,
Что целый мир он изменил!

Собрав достойную команду,
Американцам дав пример,
Он создал первый чудо-лазер
(Тогда, еще в СССР).

Живем в компьютерную эру,
И все же верится с трудом,
Что наногетероструктуры
Вошли по праву в каждый дом.

Лауреат престижных премий,
Известный всем нобелиат,
В тебе заложен неизменный
Педагогический талант.

И молодежью окруженный,
И увлеченный им подстать,
Учил ты, как достичь успеха:
Всегда бороться и искать!

Ты бюста удостоился при жизни
И в Юбилей, в торжественный момент,
Твое высокое служение Отчизне
Наградю отметил Президент.

Но знаем мы, что для тебя награда
Не в орденах или потоках слов,
А важно только, что остаться надо
В умах, сердцах твоих учеников.

Литература

- [1] Н.А. Горюнова, *Сложные алмазоподобные полупроводники* (монография), Ленинград, 1953; А.И. Блум, Н.П. Морковский, А.Р. Регель, *Труды VII Конференции по свойствам полупроводников* (Киев, 1950).
- [2] *Дмитрий Николаевич Наследов (К 100-летию со дня рождения)*, (СПб, Издательство СПб ГПУ, 2003, 122 с.).
- [3] Ж.И. Алфёров, Б.В. Царенков, *ФТП* **19**, 2113 (1985).
- [4] Н. Welker, *Zs. Naturforsch.* **7a**, 11 (1952).
- [5] Д.Н. Наследов, А.Ю. Халилов, *Изв. АН СССР* **20** (12), 1494 (1956).
- [6] О.В. Емельяненко, Д.Н. Наследов, *ЖТФ* **28** (6), 1177 (1958).
- [7] В.И. Фистуль. *Сильно легированные полупроводники* (М., Наука, 1967).
- [8] *Арсенид галлия: получение и свойства*, под ред. Ф.П. Кесаманлы и Д.Н. Наследова (М., Наука, 1973).
- [9] К.И. Виноградова, В.В. Галаванов, Д.Н. Наследов и др., *ФТТ* **1**, 403 (1959).
- [10] О.В. Емельяненко, Т.С. Лагунова, Д.Н. Наследов, и др., *ФТТ* **7**, 1315 (1965).
- [11] В.В. Галаванов, Д.Н. Наследов, А.С. Филиппченко, *Известия АН СССР* **23** (6), 963 (1964).
- [12] Ф.П. Кесаманлы, Э.Э. Клотыныш, Т.С. Лагунова, и др., *ФТТ* **6**, 958 (1964).
- [13] Ю.М. Бурдуков, А.Н. Именков, Д.Н. Наследов, и др., *ФТТ* **3**, 991 (1961).
- [14] Д.Н. Наследов, С.В. Слободчиков, *ФТТ* **1**, 748 (1959).
- [15] Д.Н. Наследов, Лянь Чжи-Чао, *ФТТ* **2**, 793 (1960).
- [16] Д.Н. Наследов, А.А. Рогачев, С.М. Рывкин, и др., *ФТТ* **4**, 1062 (1962).
- [17] А.Т. Гореленок, Б.В. Царенков. А.с. СССР № 196177, приор. 06.09.1965.
- [18] Б.В. Царенков, Ю.П. Яковлев. А.с. СССР № 383122, приор. 02.06.1970.
- [19] Н.П. Есина, Н.В. Зотова, Д.Н. Наследов, *ФТП* **3**, 1370 (1969).
- [20] Л.М. Коган, Л.Д. Литов, Д.Н. Наследов, и др., *ФТТ* **8**, 2789 (1966).
- [21] В.В. Гутов, А.Н. Именков, Р.Ф. Казаринов, и др., *Письма в ЖТФ* **1** (8), 396 (1975).
- [22] А.А. Гуткин, Д.Н. Наследов, В.Е. Седов, и др., *Радиотехника и электроника* **7** (12), 2095 (1962).
- [23] А.Н. Именков, М.М. Козлов, С.С. Мескин, и др., *ФТТ* **7**, 634 (1965).
- [24] Л.М. Коган, С.С. Мескин, Д.Н. Наследов, и др., *Радиотехника и электроника* **11** (8), 1645 (1966).
- [25] Д.Н. Наследов, Ю.Г. Попов, Ю.С. Сметанникова, и др., *ФТТ* **8**, 475 (1966).
- [26] Э.К. Гусейнов, Д.Н. Наследов, Ю.Г. Попов, и др., *ФТП* **11**, 2211 (1970).
- [27] М.П. Михайлова, Д.Н. Наследов, С.В. Слободчиков, и др., *ФТТ* **13**, 390, (1973).
- [28] N.M. Kolchanova, M.P. Mikhailova, Yu.S. Smetannikova, *Proc. 8th Int. Symp. Tech Comm. On Photodetectors II* (Prague, Czechoslovakia, 1978) p. 439.
- [29] У. Ауг, Д. Генцов, К. Герман. *Фотозлектрические явления* (пер. с нем. под ред. В.Л. Бонч-Бруевича), (М. МИР, 1980).
- [30] *Отчет по НИР «Энергия»*, рук. Д.Н. Наследов, Ю.С. Сметанникова, (Ленинград, 1959).

- [31] М.П. Михайлова, Д.Н. Наследов, С.В. Слободчиков, *Phys. Stat. Sol.* **11**, 529 (1965).
- [32] И.И. Таубкин, *Программа и тезисы докладов Международного симпозиума «Полупроводники A^3B^5 »*. К столетию со дня рождения Д.Н. Наследова. (С. Петербург, 2003) с. 20.
- [33] А.М. Филачев, М.А. Трищенко, И.И. Таубкин, *Состояние и магистральные направления развития твердотельной фотозлектроники*, (М., Физматкнига, 2010), с. 126.
- [34] В.В. Исаев-Иванов, Н.М. Колчанова, В.Ф. Мастеров, и др., *ФТТ* **16**, 1044 (1974).
- [35] А.А. Гуткин, Д.Н. Наследов, Э.М. Мигеррамов, и др., *ФТТ* **8**, 2044 (1966).
- [36] А.С. Волков, В.В. Галаванов, А.А. Гуткин, и др., *ФТП* **5**, 2356 (1971).
- [37] Д.Н. Наследов, М.П. Михайлова, С.В. Слободчиков, *ФТП* **1**, 123 (1967).
- [38] Ж.И. Алфёров, *ФТП* **32**, 3 (1998).
- [39] Ж.И. Алфёров, *Нобелевская лекция*, *УФН* **172** (9), 1068 (2002).
- [40] Ж.И. Алфёров, Р.Ф. Казаринов, А.с. СССР № 181737, приор. 1963 г.
- [41] Баранов А.Н., Яковлев Ю.П., *Изв. АН СССР, сер. Неорг. мат.* **18** (2), 203 (1982)
- [42] В.В. Гутов, А.Н. Именков, Р.Ф. Казаринов, и др., *Письма в ЖТФ* **1** (6), 396 (1975).
- [43] И.В. Грехов, Е.В. Остроумова, А.А. Рогачев, и др., *Письма в ЖТФ* **17**, 44 (1991).
- [44] F. Capasso, “*Avalanche photodiodes*” in: *Semiconductors and Semimetals*, Vol. 22, *Lightwave communication technology*, ed. By W.T. Tsang, AT&T Bell Lab., Holmdel, New Jersey, Part D. Photodetectors, [Техника оптической связи (М. МИР, 1988), 526 с. (пер. с англ. под ред. М.А. Трищенко)].
- [45] E.M. Dianov, V.G. Plotnichenko, G.G. Devyatykh, *et al.*, *Infrared Phys.* **29**, 303 (1989).
- [46] J. Lukas, *Infrared Phys.* **25**, 217 (1985).
- [47] М.П. Михайлова, А.А. Рогачев, И.Н. Ясиевич, *ФТП* **10**, 1460 (1976).
- [48] В.И. Корольков, М.П. Михайлова, *ФТП* **17**, 869 (1983).
- [49] А.П. Дмитриев, М.П. Михайлова, И.Н. Ясиевич, *Фотоприемники и фотопреобразователи* (Л., Наука, 1986) с. 67.
- [50] M.P. Mikhailova, I.A. Andreev, In: *Mid-infrared optoelectronics*, Ed. by A. Krier [Springer series in optical sciences] (Springer, 2006) p. 545.
- [51] И.А. Андреев, М.А. Афрайлов, А.Н. Баранов, и др. *Оптико-механическая промышленность* **7**, 19 (1991).
- [52] H. Kroemer, G. Griffiths, *IEEE Electr. Dev. Lett.* **4**, 20 (1983).
- [53] E.Y. Caine, H. Subbana, H. Kroemer, *et al.*, *Appl. Phys. Lett.* **45**, 1123 (1984).
- [54] А.Н. Баранов, Б.Е. Джуртанов, А.Н. Именков, и др., *ФТП* **20**, 2217 (1986).
- [55] П.С. Копьев, А.М. Монахов, Н.Н. Леденцов, и др., *Неинжекционный лазерный диод*. Патент РФ № 2019895 (1989).
- [56] M.P. Mikhailova, A.N. Titkov, *Semicond. Sci. Technol.* **9**, 1279 (1994).
- [57] J.E. Bauer, A.K. Srivastava, C.A. Burris *et al.*, *Electron. Lett.* **22**, 137 (1986).
- [58] J. Bhan, A.Joullie, H. Mani *et al.*, *Proc. SPIE* **866**, 127 (1987).
- [59] H. Döhler, *Surf. Sci.* **98**, 108 (1980).
- [60] А.Н. Баранов, А.Н. Гусейнов, А.А. Рогачев, и др., *Письма в ЖЭТФ* **48**, 378 (1988).
- [61] И.А. Андреев, А.Н. Баранов, М.А. Мирсагатов, и др., *Письма в ЖТФ* **14**, 173 (1988).
- [62] H.Sakaki, L.L. Chang, R. Ludeke, *et al.*, *Appl. Phys. Lett.* **31**, 211 (1977).
- [63] М.А. Афрайлов, А.Н. Баранов, А.П. Дмитриев, и др., *ФТП* **24**, 1397, (1990).
- [64] М.П. Михайлова, И.А. Андреев, Т.И. Воронина, и др., *ФТП* **29**, 678 (1995).
- [65] М.П. Михайлова, К.Д. Моисеев, Т.И. Воронина, и др., *ФТП* **41**, 166 (2007).
- [66] R. Magri, A. Zunger, H. Kroemer, *J. Appl. Phys.* **98**, 043701 (2005).
- [67] Т.И. Воронина, Т.С. Лагунова, М.П. Михайлова, и др., *ФТП* **30**, 985 (1996).

- [68] К.Д. Моисеев, А.А. Ситникова, Н.Н. Фалеев, и др., *ФТП* **34**, 1438 (2000).
- [69] М.Р. Mikhailova, K.D. Moiseev, Yu.P. Yakovlev, *Semicond. Sci. Technol.* **19**, R909 (2004).
- [70] Т.И. Воронина, М.П. Михайлова, Т.С. Лагунова, и др., *ФТП* **34**, 189 (2000).
- [71] Н.С. Аверкиев, В.А. Березовец, М.П. Михайлова, и др., *ФТП* **46**, 2083 (2004).
- [72] Т.С. Лагунова, Т.И. Воронина, М.П. Михайлова, и др., *ФТП* **37**, 905 (2003).
- [73] В.А. Березовец, К.Д. Моисеев, М.П. Михайлова, и др., *ФНТ* **33** (2–3), 194 (2007).
- [74] R.V. Parfeniev, K.D. Moiseev, V.A. Berezovets, *et al.*, *J. Magn. Magn. Mat.* **321**, 712 (2009).
- [75] I. Knez, R.R. Du, G. Sullivan, *Phys. Rev. Lett.* **107**, 136603 (2011).
- [76] C. Liu, T.L. Hughes, X.-L. Qi *et al.*, *Phys. Rev. Lett.* **100**, 236601 (2008).
- [77] K.D. Moiseev, Yu.P. Yakovlev, In: *MID-infrared optoelectronics*, Ed. by A. Krier (Springer, 2006) p. 219.
- [78] М.Р. Mikhailova, N.D. Stoyanov, O.V. Andreichuk, *et al.*, *IEE Proc.-Optoelectron.* **149**, 41 (2002).
- [79] В.А. Wilson, *IEEE J. Quant. Electr.* **24**, 1763 (1988).
- [80] Н.Д. Стоянов, Б.Е. Журганов, А.П. Астахова, и др., *ФТП* **37**, 998 (2003).
- [81] Б.Е. Журганов, Э.В. Иванов, А.Н. Именков, и др., *Письма в ЖТФ* **27** (5), 1 (2001) (премия МАИК).
- [82] В.В. Романов, Э.В. Иванов, А.Н. Именков, и др., *Письма в ЖТФ* **27** (14), 80 (2001).
- [83] И.А. Андреев, А.Н. Баранов, М.П. Михайлова, и др., *Письма в ЖТФ* **18** (17), 50 (1992).
- [84] В.И. Иванов-Омский, Б.А. Матвеев, *ФТП* **41**, 257 (2007).
- [85] T. Kuusela, J. Peura, V.A. Matveev, *et al.*, *Vibrational Spectroscopy* **51**, 289 (2009).
- [86] М.П. Михайлова, Э.В. Иванов, К.Д. Моисеев, и др., *ФТП* **44**, 69 (2010).
- [87] И.А. Андреев, М.П. Михайлова, Г.Г. Коновалов, и др., *Тез. докл. XXV межд. научно-тех. конф. и школа по фотоэлектронике и приборам ночного видения* (М., Россия, 2018) т. 1, с. 73.
- [88] М.А. Ременный, С.А. Карандашев, А.А. Климов, и др., *Тез. докл. XXV межд. научно-тех. конф. и школа по фотоэлектронике и приборам ночного видения* (М., Россия, 2018) т. 1, с. 77.
- [89] M. Mikhailova, N. Stoyanov, I. Andreev, *et al.*, *Proc. SPIE* **6585**, 658526-1 (2007).
- [90] А.Н. Баранов, А.Н. Именков, А.И. Клементенок, В. Zhurtanov, S. Kizhaev, *Влагодмер*, А.с. СССР № 141242, приор. 01.04.1988.
- [91] К.В. Калинина, С.С. Молчанов, Н.Д. Стоянов, В. Zhurtanov, S. Kizhaev, *ЖТФ* **80** (2), 99 (2010).
- [92] Х.М. Салихов, Н.Д. Стоянов, *Альтернативная энергетика и экология* **10**, 15 (2009).
- [93] Yu.P. Yakovlev, I.A. Andreev, S.S. Kizhaev, *et al.*, *Proc. SPIE* **6636**, 66360D-1 (2007).
- [94] И.А. Андреев, О.Ю. Серебренникова, Г.С. Соколовский, и др., *Письма в ЖТФ* **36** (9), 43 (2010).
- [95] www.hamamatsu.com
- [96] И.А. Андреев, Е.В. Куницына, В.М. Лантратов, и др., *ФТП* **31**, 653 (1997).
- [97] Lord Rayleigh, *Phyl. Mag.* **20**, 1001 (1910).
- [98] A. Krier, V.V. Sherstnev, D. Wright, *et al.*, *Electron. Lett.* **39**, 916 (2003).
- [99] А.М. Monakhov, V.V. Sherstnev, A.P. Astakhova, *et al.*, *Appl. Phys. Lett.* **94**, 051102 (2009).
- [100] К.Д. Моисеев, Я.А. Пархоменко, Е.В. Гущина, и др., *ФТП* **43**, 1142 (2009).
- [101] K. Moiseev, V. Romanov, P. Dement'ev, *et al.*, *J. Cryst. Growth* **318**, 379 (2011).
- [102] Л.А. Сокура, Я.А. Пархоменко, К.Д. Моисеев, и др., *ФТП* **51**, 1146 (2017).
- [103] В.В. Романов, М.В. Байдакова, К.Д. Моисеев, *ФТП* **48**, 753 (2014).

- [104] В.В. Романов, Э.В. Иванов, К.Д. Моисеев, *ФТП* **48**, 938 (2014).
- [105] Б.Л. Гельмонт, З.Н. Соколова, И.Н. Яссиевич, *ФТП* **16**, 592 (1982).
- [106] В.Н. Абакумов, В.И. Перель, И.Н. Яссиевич. *Безизлучательная рекомбинация в полупроводниках* (СПб., ФТИ, 1997) с. 376.
- [107] Г.Г. Зегря, В.А. Харченко, *ЖЭТФ* **101**, 327 (1992).
- [108] К.В. Калинина, М.П. Михайлова, Б.Е. Журганов, и др., *ФТП* **47**, 75 (2013).
- [109] M.P. Mikhailova, E.V. Ivanov, L.V. Danilov, *et al.*, *J. Appl. Phys.* **112**, 023108 (2012).
- [110] Л.В. Данилов, А.А. Петухов, М.П. Михайлова, и др., *ФТП* **50**, 794 (2016).
- [111] M.P. Mikhailova, A.I. Veinger, I.V. Kochman, *et al.*, *J. Nanophoton.* **10**, 046013 (2016).
- [112] М.П. Михайлова, В.А. Березовец, Р.В. Парфеньев, и др., *ФТП* **51**, 1393 (2017).
- [113] A. Hospodková, J. Pangrác, E. Hulicius, *et al.*, *J. Cryst. Growth* **464**, 206 (2017).
- [114] S.V. Ivanov, V.A. Kaygorodov, S.V. Sorokin, *et al.*, *Appl. Phys. Lett.* **82**, 3782 (2003).
- [115] С.И. Кохановский, Ю.М. Макущенко, Р.П. Сейсян, и др., *ФТП* **25**, 493 (1991).
- [116] А.Т. Гореленок, А.В. Каманин, Н.М. Шмидт, *ФТП* **37**, 8, 922 (2003).
- [117] А.Т. Гореленок, А.В. Каманин, Н.М. Шмидт, *Волоконно-оптическая техника* **2**, 13 (1993).
- [118] Н.Н. Зиновьев, А.В. Андрианов, В.Ю. Некрасов, и др., *Письма в ЖТФ* **74**, 105 (2001).
- [119] N.N. Zinov'ev, A.V. Andrianov, *Appl. Phys. Lett.* **95**, 011114 (2009).
- [120] S.D. Ganichev, W. Prette, *Intense Terahertz Excitation of Semiconductors* (Oxford, Oxford Univ. Press, 2006) p. 252.

Об исследовании комет в Физико-техническом институте

И.С. Лизункова

*Кометы! Кометы! Кому нужны были кометы...
Дж. Родари,
«Сказки», Лениздат, 1969 г.*

В 60-х годах прошлого века Борис Павлович Константинов на одном из первых научных семинаров нового астрофизического отдела ФТИ сообщил о свежей идее антивещественной природы комет, которая обсуждалась на недавней международной научной конференции. Правда, впоследствии она не подтвердилась. Но сотрудникам, желающим заняться ее «проверкой», было предложено объединиться в специальную исследовательскую группу. Руководителем кометной группы стал Е.А. Каймаков. На основе анализа наблюдений комет и многочисленных статей, касающихся характера процессов, протекающих на их ядрах и в их атмосферах, стало ясно, что развитие наблюдаемых кометных форм — результат разнообразных физических и химических процессов и фазовых переходов, сопровождающих сближение с Солнцем сравнительно небольших по размеру, но активных ядер [1,2]. И в этом смысле о комете следует говорить, как о сложном явлении. Неоднозначность в интерпретации накопившихся к тому времени астрономических наблюдений комет требовала дальнейших усилий и новых методов их изучения: спектральных, модельных (как лабораторных, так и космических) и доработки модели в целом.

Для начала остановились на попытке самим наблюдать кометы в поле с помощью ЭОП, для чего была организована экспедиция сотрудников Физико-технического института с конечным пунктом в Гиссарской астрономической обсерватории и Астрофизическом институте Таджикской ССР с последующей возможностью стажировки на телескопах [3]. За несколько месяцев до этого на небе как раз появилась очередная «комета века» — комета Когоутека 1973f (рис. 1). Спектральные наблюдения комет в поле и на телескопах показывали, что наиболее интенсивные кометные эмиссии принадлежат радикалам CN, C₂ и C₃. Каждая из них наиболее вероятно является фрагментом какой-то сложной «родительской» молекулы [4,5]. Это привело к новым задачам исследования. К настоящему времени число отождествленных кометных эмиссий довольно велико. Предположение о том, что кометное ядро главным образом состоит из водяного льда, основано на сведениях об относительном обилии химических элементов в космосе. В 1973 году оно было подтверждено радионаблюдениями кометы Когоутека 1973f, у которой впервые было обнаружено протяженное гало из ионизированных молекул воды. О присутствии водяного льда в кометах свидетельствуют и некоторые особенности их оптических спектров в инфракрасном диапазоне длин волн. Водяной лед сегодня считается основой ядер большинства комет, и с его сублимацией в потоке солнечной радиации связывают произво-



Рис. 1. Комета Когоутека 1973f. Фотография С.И. Герасименко и И.С. Лизунковой

дительность кометного ядра как источника газа и пыли. Позже в исследованиях сотрудников ФТИ было установлено, что даже на больших удалениях от Солнца ($r > 4$ а.е.) кометные атмосферы рассеивают свет еще и как пылевые облака, демонстрируя все фотометрические и поляриметрические свойства последних [6–8]. При этом газовая компонента их атмосфер, как показывают наблюдения, на таких расстояниях обычно не обнаруживается.

Возник вопрос: какой физический процесс обеспечивает вынос в атмосферу кометы большого количества пылевой составляющей на тех гелиоцентрических расстояниях, где процессом сублимации можно пренебречь ввиду низкой равновесной температуры поверхности ядра? Ведь оценки показали, что газопродуктивность ядер на этих расстояниях слишком низка, чтобы обеспечить вынос пыли газовым потоком. Ответ был получен при лабораторном изучении физико-механических свойств водяного льда при низких температурах. Было установлено, что при облучении теплом и светом образцов чистого водяного льда в их поверхностном слое развивается сеть трещин, дробящая этот слой на фрагменты миллиметровых и субмиллиметровых размеров. Наряду с этим в глубине образца возникают и широкие «магистральные» трещины, ориентированные преимущественно параллельно поверхности. Это следствие значительного теплового расширения водяного льда в диапазоне температур 90–120 К. Но наиболее интенсивное растрескивание поверхностного слоя образцов — термодеструкция — наблюдается в температурном диапазоне 120–140 К [6,9]. Особое внимание уделялось термодеструкции льда, содержащего сотые доли весового процента углекислого газа. При этом было установлено, что по мере нагревания от поверхностного слоя льда отделяются фрагменты размерами до нескольких миллиметров. Скорость выброса фрагментов зависит от гранулометрии и до-

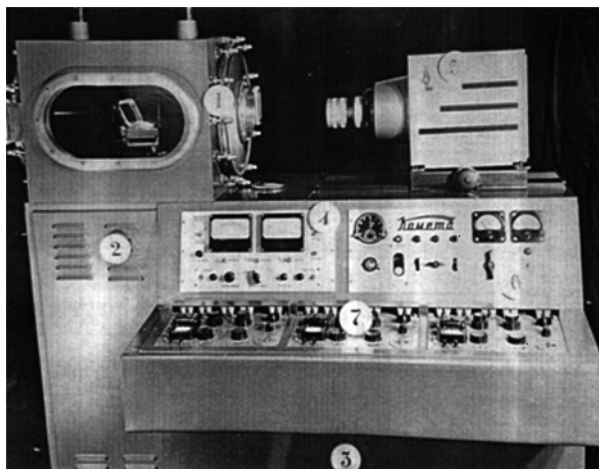


Рис. 2. Лабораторная установка для комплексного моделирования кометных явлений «КОМЕТА»

стигает 8 м/с. При облучении образцов, содержащих малые количества молекулярных примесей тугоплавких веществ, термодеструкция максимальна при тех же температурах. Однако при этом наблюдается резкое изменение отражающих свойств поверхности, что вызвано образованием более густой сети микротрещин с характерными размерами порядка 10 мкм.

На основе этих результатов была разработана и создана специальная лабораторная установка для комплексного моделирования кометных явлений «КОМЕТА» [10,11]. В дальнейшем она в усовершенствованном виде (по предложению Б.П. Константинова) была выбрана для демонстрации достижений советской на-



Рис. 3. Аппарат ИКОМ

уки на ВДНХ СССР (рис. 2). Кроме того, была подготовлена научная, конструкторская и техническая документация, изготовлены и отправлены в космос аппараты ИКОМ- Искусственная КОМета (рис. 3) и КАПЕРС, которые проверили выводы кометной группы ФТИ непосредственно в околоземном пространстве.

Из проведенных экспериментов следовало, что термодеструкция, неизбежная при облучении льдов, расчлняет образец на фрагменты, т.е. часть поглощенной образцом энергии затрачивается на работу по его дроблению. Возникновение трещин резко уменьшает суммарную теплопроводность поверхностного слоя, препятствуя дальнейшему прогреванию его внутрь. Слои, расположенные на различной глубине, имеют разную температуру. При этом возникают условия для перекристаллизации льда в трещинах с внешних более теплых граней на внутренние — более холодные. Это в свою очередь сопровождается перемещением самих трещин к поверхности и высвобождением молекул газа. Накопление газа в магистральных трещинах продолжается до достижения некоторого критического давления, достаточного для преодоления сил сцепления и для передачи импульса фрагментам прогретого слоя. После этого сброшенные с поверхности льдистые тела становятся основным источником газопылевыделения в околоядерной области (ОЯО) кометы [6,9].

Процесс деструкции кометного ядра начинается на больших удалениях от Солнца и до гелиоцентрических расстояний в 5 а.е. остается едва ли не единственной причиной наблюдаемости и активности кометы в целом. На меньших расстояниях на активность комет уже заметно влияют фазовые переходы, происходящие на льдистых телах ОЯО, сублимация летучих составляющих, разложение клатратных структур и т.д. Время жизни льдистых тел в ОЯО зависит от их гранулометрии и состава. В случае растрескавшихся частиц — продуктов термодеструкции кометного ядра — может также происходить их последующее дробление на более мелкие частицы. Этот процесс может носить каскадный характер и приводить к пополнению кометной атмосферы частицами микронных и субмикронных размеров [8,12–14]. С учетом установленного факта, что вблизи кометного ядра присутствует развитое облако льдистых тел, подвергающееся многокаскадной деструкции по мере сближения с Солнцем, в кометной группе ФТИ был предложен новый подход к описанию изменения интегральной светимости кометы в зависимости от гелиоцентрического расстояния при приближении ее к перигелию [8,14–15]:

$$m = H_0 + 5 (\lg \Delta + \lg r) + 1.085/A \cdot t_r,$$

где m — наблюдаемый блеск кометы в звездных величинах, H_0 — абсолютная звездная величина кометы, Δ и r — геоцентрическое и гелиоцентрическое расстояния в момент ее наблюдения, F — фотометрический параметр, определяемый из наблюдений, t_r — время от перигелия до момента наблюдения в сутках.

На основе результатов оценки параметров H_0 и A из наблюдений 178 комет установлено, что нормальный ход яркости любой вновь открытой кометы можно надежно прогнозировать, используя представленную модель с параметром A примерно 100 суток [13]. При этом стали понятны высокие значения фотометрического показателя блеска $n > 6$ у комет с большими перигелийными расстояниями, которые прежде не поддавались какой-либо физической интерпретации в рамках традиционной модели.

В пользу предложенных представлений о наличии в ОЯО кометного облака льдистых тел свидетельствуют и некоторые особенности эмиссионных спектров комет [7,16]. Известно, что встречаются трудности при объяснении профилей яркости комет в эмиссиях металлов, атомарного кислорода и т.д. В частности, время жизни одного из основных уровней натрия до ионизации на гелиоцентрическом расстоянии в 1 а.е. составляет менее суток. Однако эта линия наблюдается на всем протяжении пылевых хвостов комет, хотя для прохождения пылевого хвоста газовой молекулой понадобилось бы более 100 суток. Что касается эмиссий нейтрального кислорода, то их плавный профиль не согласуется с моделью точечного источника родительских молекул, которым может служить кометное ядро. Впоследствии было показано, что поскольку эмиссионная активность кометы определяется развитием сублимирующей поверхности льдистых тел, т.е. активностью кометы в континууме, то возможен переход от формул, описывающих особенности хода непрерывного спектра, к аналогичным выражениям, годным для оценок фотометрического показателя газовой светимости комет [7,16]. На примерах реальных комет с разными орбитами было установлено, что расчетные фотометрические показатели блеска циановой составляющей кометного блеска хорошо согласуются со значениями этого параметра, полученными из наблюдений. Предлагаемая модель оказалась применима и к описанию поведения кометных ядер с отличной от водяного льда основой. Дальнейшие наблюдения комет в эмиссиях и в континууме позволяют детализировать и дополнить ряд положений этой модели развития кометы как явления.

Проводился также комплекс исследований кометных эмиссий с целью выявить возможности усложнения, сохранения и эволюции органических молекул в межпланетном пространстве на поверхности небесных тел [4,17–18]. До определенного времени считалось, что в межпланетной среде сложные органические молекулы не образуются из-за чрезвычайно низкой плотности вещества и высоких потоков УФ-излучения и космических лучей, губительных для них. Однако, анализируя состав уже открытых межзвездных эмиссий, можно сделать вывод о тождестве большинства из них с предполагаемыми родительскими молекулами комет. В ходе лабораторного моделирования кометных процессов был выявлен способ возможного появления в их составе сложных органических молекул. В частности установлено, что нитрилы, обнаруженные в атмосферах некоторых комет, при подводе энергии образуют разнообразные молекулы, в том числе молекулы аминокислот и карбамида, т.е. веществ, собственная летучесть которых меньше летучести воды. В опытах с УФ облучением замороженных водных растворов ацетонитрила без каких бы то ни было примесей пыли в ходе сублимации образуется твердый осадок, который состоит из частиц микронных и субмикронных размеров [14,17–18]. Т.е. в кометах возможно образование молекул нелетучих органических соединений. Наблюдения свидетельствуют, что доля пыли органической природы может составлять десятки процентов от всей пыли матричного типа. Итак, кроме внутриядерной пыли, вошедшей в состав кометного ядра еще в период его формирования, в комете присутствует также пыль, которая образовалась при агрегации имевшихся в составе ядра молекул нелетучих соединений (это матричная пыль), а также пылинки сложного состава, формирующиеся из летучих компонент непосредственно на поверхности ядра под действием различных облучений. Сейчас ясно, что подавляющее число

комет на своей активной поверхности имеют в основном пыль последних двух типов.

Еще одним важным направлением исследований кометной группы стало изучение прочностных характеристик кометных матриц [18–20], т.к. неоднократно в литературе выдвигалось предположение о кометном происхождении небольших по размеру небесных тел с малой плотностью, вторгающихся в атмосферу Земли. Исследование структуры и прочности пылевых, солевых и органических матриц позволило представить и оценить сложную последовательность процессов, приводящих к образованию подобных объектов. Суть заключается в следующем. В ходе конденсации кометезималей из протопланетного облака, они различались размерами, орбитами и углами наклона к центральной плоскости исходного облака. У тех из них, которые имели существенный наклон, периоды пополнения вещества из исходного облака чередовались с периодами потери ими летучих компонент за счет сублимации и образования на поверхности кометеземали солевых и органических матриц. Оценки на основе лабораторных экспериментов показали, что подобные тела могли быть весьма пористыми. Опыты также выявили, что если в состав льда входит даже небольшое количество ряда органических соединений, то матрицы заметно упрочняются. Это наиболее вероятно в условиях трансформации формальдегида под действием УФ облучения. Опыты по облучению формирующихся органических матриц ИК лазером показали, что пористые образцы также существенно упрочняются за счет выделения из простой органики более сложных соединений, внешне напоминающих битум. В результате есть все основания утверждать, что прочность пористых структур в ходе чередования процессов конденсации вещества и сублимации из него летучих компонент при УФ- и ИК- облучении может оказаться достаточной для того, чтобы насквозь пористое тело под действием внешних возмущений не распалось на рой мелких тел.

Новая физическая модель кометы при сближении с Солнцем ее постоянно дробящегося ядра, которое может к тому же постепенно усложняться химически, новый подход к оценке абсолютного блеска комет, а также новая оценка хода развития светимости комет с гелиоцентрическим расстоянием были высоко оценены научным сообществом. В результате маленькая кометная группа ФТИ стала общепризнанным исследовательским центром их изучения, который со временем превратился также в авторитетный экспертный центр.

Литература

- [1] О.В. Добровольский, *Кометы*, М. Наука (1966) 288 с.
- [2] К.И. Чурюмов, *Кометы и их наблюдение*, М.: Наука (1980) 160 с.
- [3] С.А. Алиев, В.А. Драневич, И.С. Лизункова, и др., *Особенности кометы Когоутека 1973f*. Сборник: Наблюдательные проблемы астрономии, Л.: Наука, с. 17 (1976).
- [4] Е.А. Каймаков, *Возможные родительские молекулы кометных ядер. Проблемы космической физики*, Киев: Вища школа 9, 141 (1974).
- [5] Е.А. Каймаков, И.Н. Матвеев, *Состав и структура кометных ядер. Кометы и метеоры* 28, 2 (1980).
- [6] Е.А. Каймаков, И.С. Лизункова, *О термодеструкции и перекристаллизации кометных льдов*. Доклады Всесоюзной конференции по физике и динамике малых тел Солнечной системы. Душанбе, Дониш, с. 10 (1982).
- [7] Е.А. Каймаков, И.С. Лизункова, *О фотометрическом показателе светимости комет. Кометный циркуляр* 298, 2 (1983).

- [8] A.V. Morozhenko, L.O. Kolokolova, E.A. Kajmakov, *et al.*, *Possible nature of cometary atmosphere particles*, *Icarus* **66**, 223 (1986).
- [9] Е.А. Каймаков, И.С. Лизункова, *Эрупция прогреваемого слоя ядер комет. Кометный циркуляр* **280**, 2 (1981).
- [10] Е.А. Каймаков, В.И. Шарков, С.С. Журавлев, *Лабораторное моделирование кометных явлений. Выставка достижений народного хозяйства СССР. АН СССР*, 7 (1970).
- [11] Е.А. Каймаков, В.И. Шарков, А.Л. Шах-Будагов, *Исследовательский комплекс «КОМЕТА». Выставка достижений народного хозяйства СССР. АН СССР*, 4 (1977).
- [12] Е.А. Каймаков, И.С. Лизункова, Ю.И. Светов, *Кометы на Земле*, Лениздат, Знание, (1986) 36 с.
- [13] И.С. Лизункова, Е.А. Каймаков, *Новый подход к оценке абсолютного блеска комет. Кометный циркуляр* **316**, 3 (1983).
- [14] И.С. Лизункова, Е.А. Каймаков, *О природе ядерных конденсаций. Кометный циркуляр* **342**, 3 (1985).
- [15] И.С. Лизункова, Е.А. Каймаков, *Об изменении интегральной светимости комет с гелиоцентрическим расстоянием. Кометный циркуляр* **301**, 4.
- [16] И.С. Лизункова, Е.А. Каймаков, *Свечение [PII] газовой составляющей кометных атмосфер. Кометный циркуляр* **320**, 3 (1984).
- [17] Е.А. Каймаков, И.С. Лизункова, В.А. Драневич, *Моделирование кометных пылинок из органических соединений. Письма в Астрономический журнал* **7** (2), 115 (1981).
- [18] В.А. Драневич, Е.А. Каймаков, И.С. Лизункова, *Возможность существования в Солнечной системе кометоподобных тел с малой приведенной плотностью. Проблемы космической физики. Киев: Вища школа*, **16** 131 (1981).
- [19] И.С. Лизункова, *Долговременные вариации абсолютного блеска короткопериодических комет*, [Modern Problems of physics and dynamics of the Solar System. Fourth Vseskshvuyatsky riadings.] Kiev, 4-10 October, 30 (2000).
- [20] И.С. Лизункова, *Астрофизические приложения прочности матриц солевого типа. Астрономический циркуляр* **1343**, 5 (1984).

Диссертации:

- Алиев Сангин Алиевич. Исследование дезинтеграции ледяных кометных ядер. Автореферат диссертации кандидата физ.-мат. наук: 25.03.1985. Душанбе, 13 с.
- Драневич Вячеслав Адамович. Исследование модели кометы с ледяными частицами в атмосфере. Диссертация кандидата физ.-мат. наук: 01.03.02. Ленинград, 1985.
- Ибадинов Хурсандкул Ибодинович. Дезинтеграция кометных ядер: Диссертация кандидата физ.-мат. наук, 01.03.02. Душанбе, 1982.
- Лизункова Ирина Степановна. Моделирование пылеобразования в условиях комет. Автореферат диссертации кандидата физ.-мат. наук: 25.03.1985. Ленинград, 1984.
- Матвеев Илья Николаевич. Моделирование и реконструкция химического состава ядер комет. Диссертация кандидата физ.-мат. наук. 01.03.02. Ленинград, 1984.
- Светов Юрий Ильич. Метод комплексного моделирования кометных явлений. Диссертация кандидата физ.-мат. наук: 01.03.02. Ленинград, 1982.
- Шарков Виктор Иванович. Лабораторное моделирование кометных явлений. Диссертация кандидата физ.-мат. наук: 01.03.02. Ленинград, 1983.

Проект «Минигаз»

Б.А. Матвеев

Начало этой истории восходит к августу 2007 года, когда ваш покорный слуга, подняв телефонную трубку и выслушав нескольких общих приветственных фраз от незнакомого ранее человека по имени Рольф (Ralf Marbach), получил предложение принять участие в подготовке (написании) проекта, направленного на создание силами международного консорциума газоанализатора на новых принципах. Это было одно из тех немногих предложений, от которых невозможно отказаться. Мое согласие на участие в проекте было мотивировано тем, что: 1) в возглавляемом мной коллективе (группе инфракрасных диодных оптопар — Mid-IR Diode Optopair Group (MIRDOG)) было что предложить такому консорциуму, 2) мне было любопытно узнать что-то новое в той области, где наша лаборатория ИК оптоэлектроники является одной из родоначальников, 3) международный проект предполагал очень тесное взаимодействие партнеров из разных стран Евросоюза, и было интересно воспользоваться случаем, чтобы попробовать и испытать себя в новой сфере деятельности и в новой должности — project manager. В русском языке слово «manager» не всегда воспринимается в положительном смысле, но как я узнал в дальнейшем, в англоговорящем мире профессия, обозначаемая этим термином, одна из самых престижных и, соответственно, высокооплачиваемых.

Может возникнуть также вопрос: «А причем здесь, собственно, Россия и Физико-технический институт? Ведь проект-то европейский, т.е. подразумевает участие стран из ЕС!». Вопрос, в общем, правомерный, и я, не откладывая в долгий ящик, отвечаю — Россия и ФТИ, в частности, по-прежнему высоко ценятся в Европе в области знаний точных наук. Поэтому, если есть реальная необходимость участия группы специалистов из России в решении конкретной научно-технической задачи, то Еврокомиссия готова финансировать организации в России, не являющейся пока членом ЕС. Более того, согласно непроверенным слухам участие России в проектах ЕС, в частности в Седьмой рамочной программе (FP-7) даже приветствовалось. В США, конечно же, тоже имеются квалифицированные специалисты, однако их участие в европейских проектах не сильно поощряется, по крайней мере, по двум соображениям. Во-первых, в США немало своих местных фондов, финансирующих изыскательскую и изобретательскую деятельность, а во-вторых, знания, полученные при проведении работ по проекту, предназначаются, прежде всего, для использования в Европе, а именно, для создания новых рабочих мест в странах ЕС, а не в США. Предыдущие фразы — почти дословное цитирование (перевод с английского) речи одного из чиновников из ЕС, объяснявшего присутствовавшим на Concertation Meeting Photonics Enabled Applications (10–11 September 2009) основы инновационной политики ЕС и нюансы FP-7, в частности. Во время его выступления мне было даже как-то неловко, поскольку я был выбран чиновником в качестве

примера того, как ЕС привлекает «ведущих ученых из России» к работам по FP-7.

Действительно, ФТИ им. А.Ф. Иоффе хорошо известен своими работами в области светодиодов (СД), в частности, в области создания и исследования СД в средневолновом инфракрасном (ИК) диапазоне спектра (3–5 мкм). И именно такие ИК СД и были востребованы в связи с планами создания миниатюрного оптико-акустического газоанализатора.

При этом надо понимать, что, хотя взаимодействие с зарубежными партнерами является весьма полезным и для расширения кругозора в области организации исследований, и для понимания путей использования результатов исследований, но иногда это взаимодействие сопряжено с трудностями для российских участников. В нашем случае уже на самом старте произошел конфуз, когда я не смог вылететь в Копенгаген на объявленную 29 августа и назначенную на 6 сентября 2007 года первую ознакомительную встречу будущих авторов проекта из-за банального отсутствия визы в заграничном паспорте. Сейчас такая причина может вызвать у многих улыбку и пожимание плечами, но тогда в 2007 году для россиян, а точнее, для петербуржцев были весьма непростые правила получения Шенгенской визы. Все остальные участники консорциума также не имели виз, но у них эти визы никто и не спрашивал при пересечении внутренних границ Евросоюза (примерно так было и в СССР, а теперь — в СНГ). Мое отсутствие на этом совещании, разумеется, создало на начальном этапе определенные трудности в восприятии информации о целях, задачах и способах решения этих задач. Мне пришлось отложить все другие дела и погрузиться в чтение многочисленных публикаций, административных бумаг и инструкций для того, чтобы успеть вовремя подготовить план работ от ФТИ и подать проект. Конечно, при таком бешеном темпе не все удавалось грамотно описать и спрогнозировать, но все же мы успели вовремя, и оставалось только ждать решения экспертов. Сразу замечу, что после подачи проекта его руководителем была высказана замечательная мысль о том, что сам по себе проект — это уже достойный результат, и даже при отсутствии положительного решения со стороны Еврокомиссии он позволит нам начать работу и достичь неплохих совместных результатов. Хорошие ободряющие слова для всех участников процесса создания проекта: VTT(Finland), Gasera Oy (Finland), University of Turku, (Finland), QinetiQ (UK), Ioffe Institute (Russia), Selex Sistemi Integrati Spa (Italy), Doble Transinor AS (Norway), Honeywell Romania SLB (Romania)! Очень кстати пришлось и получение (совместно с В.И. Ивановым-Омским, В.А. Смирновым и Н.М. Стусем) премии им. Я.Л. Френкеля на конкурсе 2007 года — будущее окрасилось в приятные цвета.

Вскоре стало известно, что наш проект МиниГаз — MINIGAS или по-научному «Miniaturised photoacoustic gas sensor based on patented interferometric readout and novel photonic integration technologies» прошел во второй тур конкурса, объявленного в 2007 году, и имеет неплохие шансы на успех. А когда мы вышли победителями во втором туре, а проекту был присвоен номер (FP7-2007-ICT-2-224625), наступило всеобщее ликование, за которым последовал титанический труд по заполнению форм и подготовке необходимых соглашений с еврокомиссией. Разумеется, для начала совместных исследований требовалось срочное проведение 2-го технического совещания, которое было назначено ко-

ординатором на 8 апреля 2008 года на территории одного из участников — QinetiQ (Malvern, UK). Де-факто договор уже действовал с 1 апреля 2008 года, но к этой дате не все участники успели подписать все необходимые документы. У меня к этому моменту уже была виза для посещения Великобритании, я смог, наконец, несмотря на отсутствие формального (де-юре) начала работы и отсутствие аванса со стороны ЕС увидеть партнеров. Но увидеть удалось все же не всех — наш румынский партнер «Honeywell» встречу проигнорировал, да и мое участие в некоторых мероприятиях было под большим вопросом. Дело в том, что QinetiQ — это часть бывшей фирмы военно-промышленного комплекса Великобритании, которая до приватизации называлась Defence Evaluation and Research Agency (DERA). Естественно, что после приватизации и изменения названия, которые, как и у нас в стране, можно провести достаточно быстро, сохранились и технология, и связи, и знания в области, имеющей применение в военной сфере. Как вы понимаете, присутствие гражданина из другого военно-политического лагеря создавало немалые трудности для менеджмента, прежде всего из-за давления со стороны «1-го отдела» QinetiQ. Было видно, что принимавший нас менеджер нервничал, осознавая, что в любой момент мне могут запретить посещение фирмы и ее исследовательских помещений. Но все обошлось, и мне удалось увидеть многое из того, что другим видеть не полагается. По размерам и количеству персонала QinetiQ вполне может конкурировать с Физтехом, а учитывая то, что QinetiQ нацелен только на полупроводники, то и превосходит наш институт. При этом техническое оснащение, чистота и порядок во всем вызывали уважение. Внимания заслуживает также и дань уважения к сотрудникам, работающим или работавшим в этом учреждении — так один из корпусов называется «Eliott» по имени физика, долго и плодотворно трудившегося в области физики и создания полупроводниковых приборов.

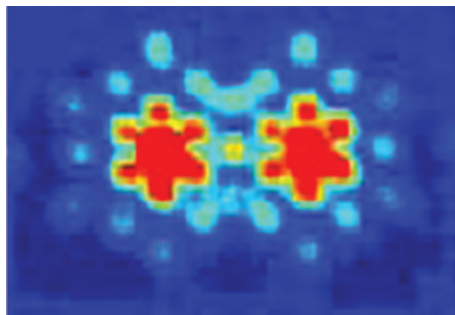
Задачей 2-го совещания было, прежде всего, знакомство друг с другом и с технологиями, сосредоточенными в руках участников проекта. Ведь предстояло соединить в одном приборе весьма различные разработки и знания! Забегая вперед, скажу, что газоанализатор, обсуждавшийся в апреле 2008 года, сильно отличался от действующего макета, продемонстрированного на заключительном совещании консорциума в г. Любек (Германия) в декабре 2012 года. Как известно, самой действенной формой обмена информацией является научный семинар, где после выступления докладчика можно задавать любые вопросы и давать любые комментарии. Так было и на этом совещании — короткие (15 мин.) презентации и обсуждения. Было приятно видеть вдумчивую работу специалистов, старающихся понять аспекты работы газоанализатора, состоящего из оптико-акустической дифференциальной ячейки, интерферометра для считывания амплитуды колебания кантилеверного микрофона, светодиода и многих других датчиков, решающих задачу получения предельно низкого порога для измерения концентраций углекислого газа — 1 ppm. Требовалось «мгновенно» проводить оценку параметров тех или иных блоков и их совокупности при изменении размеров, энергетических параметров, температуры для того, чтобы уложиться в параметры, заданные техническим заданием. Эти оценки были очень важны, т.к. заявленные в проекте параметры были предельными для технологий, которые были вовлечены в проект. Несмотря на то, что в группе MIRDOG тщательно подходят к измерению параметров светодиодов (СД), все же была некая тень со-

мнения в том, что заявленные нами в проекте мощности СД будут подтверждены в ходе дальнейших испытаний в зарубежных организациях. Мощность излучения СД — это притча во языцех; почти на каждом совещании по проекту звучали призывы увеличить ее от десятков и сотен микроватт до единиц милливатт. И каждый раз приходилось убеждать коллег в том, что заявленные нами мощности хоть и небольшие, но зато вполне реальные, а многие опубликованные в литературе значения неоправданно завышены, т.е. не имеют под собой серьезной базы. На финальной стадии проекта, когда дело дошло до тестирования и установки в газоанализатор созданных нами специализированных СД заявленные цифры подтвердилась(!), и от сердца отлегло.

Помимо проблем технического характера, когда приходилось видоизменять конструкцию и подходы при создании отдельных составляющих для их функциональной стыковки, были и чисто «политические» аспекты. Выше уже упоминалось отсутствие представителей Honeywell Romania SLB на первом и втором совещаниях консорциума, не было их и на последующих совещаниях. Можно лишь гадать об истинных причинах такого поведения, но финальным и ожидаемым итогом был официальный отказ Honeywell Romania SLB от участия в проекте. Исходя из формальной логики, отсутствие одного компонента (участника) делает всю совокупность (консорциум) нелегитимным, а контракт с Еврокомиссией — расторгнутым. Так полагал и я и уже сожалел о зря потраченных на визит в Малверн времени и деньгах. Но, если бы миром управляла одна лишь формальная логика, то он бы наверняка давно разрушился. Еврокомиссию не сильно смутил демарш Honeywell Romania SLB, видимо, она была готова к этому — филиал американской корпорации в Европе мог с самого начала вести свою, а не общеевропейскую политику в отношении разработок газоанализаторов. Действительно, с самого начала общение с этой фирмой было весьма своеобразным: на каждое предложение и письмо со стороны координатора проекта следовал один и тот же ответ — «надо подождать мнения головной организации из-за океана». Разница в часовых поясах делала общение и решение насущных вопросов крайне медленным — по-видимому, эта еще одна причина того, что Honeywell не подписала договор о создании консорциума. Таким образом, весь проект MINIGAS «подвис»...

Будь подобная ситуация в России — консорциум непременно развалился бы, но Еврокомиссия приняла очень мягкое решение все-таки запустить проект без одного участника. (По правилам проекта в консорциум должны входить несколько потенциальных пользователей разрабатываемой технологии (по российской терминологии — газоанализатора)). После ухода Honeywell Romania SLB из списка участников в консорциуме оставалось лишь два промышленных партнера — Doble из Норвегии и Selex Integraty из Италии. В конце концов, был подписан договор между консорциумом и Еврокомиссией, и вскоре был благополучно получен первый транш на лицевой счет ФТИ. Этот аванс надо было еще отработать — Еврокомиссия дала год на поиск нового (3-го) промышленного партнера.

Следует отметить, что в отличие от Физтеха во всех других фирмах-участниках проекта вопросами финансового и административного характера занимались специальные отделы. В нашем же случае из-за малочисленности отдела внешнеэкономических связей ФТИ многие «ребусы-кроссворды», связанные с пра-



Картина ближнего поля линейки СД 1×4 с фотонным кристаллом с двумя активированными элементами [Matveev *et al.*, *Proc. of SPIE 7609*, 760901-1 (2010)]

вильным оформлением документов, ложились на плечи руководителя проекта. Иногда мне удавалось находить решения в непростой административной ситуации, а иногда случались промахи. Так, например, в первую командировку по делам проекта в Малверн мною не был взят аванс в размере 100 руб. на поездку. А не взял я его по простой причине — ввиду длительного до этого года отсутствия командировок я пропустил важные изменения во внутриинститутском «законодательстве». Мне как-то в голову не пришло в голову брать аванс под договор, который не подписан на момент выезда в командировку, которого нет в реестре у экономиста отделения и на счету которого нет ни цента. По простоте душевной я стал заниматься возвратом потраченных на поездку денег лишь после того, как поступил первый платеж от Евросоюза (точнее — от координатора; только он имеет право общаться с Еврокомиссией и распределять денежные средства). Каково же было мое удивление, разочарование и финансовое потрясение, когда я узнал, что в институте нет возможности возместить мне потраченные на деловую поездку деньги! И все из-за того, что я не оформил получение 100 руб. до поездки! Хороший урок — с бумажками и процедурами надо быть предельно внимательным! Сами понимаете, что после такого урока у Евросоюза уже больше не было, да и не могло быть ни одной претензии к ФТИ. Этот эпизод никоим образом нельзя отнести к разряду ложки дегтя, поскольку ФТИ после заключения договора всеми силами поддерживал участие нашей группы в работе над проектом.

Первый год проекта был особенно насыщен телефонными конференциями, техническими совещаниями (например, Kick-off meeting (до сих пор не могу найти в русском языке эквивалент этому термину)), проходившими в Малверне, Эспоо, Риме, Брюсселе (в штаб-квартире VTT) и в Турку и направленными на скорейшее завершение составления технического задания для составных частей газоанализатора. При этом специалистами из Университета г. Турку и QinetiQ была проведена большая работа по моделированию будущего устройства. Наша часть работы на данном этапе не содержала сложных расчетов, но зато была обременена раздумыванием над оптической схемой всего устройства, в которой надо было совместить технологические возможности всех участников проекта. Очень вскоре выяснилось, что для эффективной работы оптико-акустической ячейки и использования имеющейся в VTT технологии ЛТСС необходимо уменьшить размеры фото-акустического сенсора так, чтобы входное окно имело

небольшой диаметр. При этом стало понятно, что «традиционная» технология создания иммерсионных СД с кремниевыми линзами диаметром 3.5 мм приводит к большим потерям на ввод излучения. Мир застыл в немом ожидании удачного технического решения. . .

А тем временем полным ходом шла работа по поиску альтернативных путей увеличения мощности излучения СД, например, с использованием фотонных кристаллов (ФК). На этом пути Н.Д. Ильинской и ее сотрудниками, в частности А.А. Усиковой, были продемонстрированы высокая самоотдача и профессионализм в фотолитографии. В кратчайшие сроки были созданы фотошаблоны, разработаны специальные процедуры, позволившие создать на поверхности арсенида индия гексагонально упорядоченную структуру из ямок или столбиков с характерным размером 2–3 мкм (Усикова А.А. и др. *ФТП* 47 (12), 1595, 2013). И уже первые образцы порадовали упорядоченными дифракционными изображениями в инфракрасной области спектра! Мы долго любовались правильными узорами, образуемыми выходящими из СД лучами (см. рисунок). Радость подкреплялась не только эстетическими соображениями, но и расчетами, показывающими, что излучение из СД выходит из кристалла под углами, несколько большими, чем «классический» угол полного внутреннего отражения. Это означало, что интегральная мощность излучения СД с нанесенным на его поверхности ФК была выше, чем в стандартном плоском СД без ФК (Matveev *et al.*, *Proc. of SPIE* 7223 72231B-1, 2009). Это был достойный результат, справедливо ставший одним из основных результатов кандидатской диссертации А.А. Усиковой, но все же недостаточный для того, чтобы такие ФК СД можно было использовать в практических оптико-акустических газоанализаторах. Действительно, достигнутое увеличение мощности (в 2 раза) уступало увеличению от использования иммерсионных линз (в 3–5 раз). А те, в свою очередь, как уже упоминалось выше, были слишком большие для стыковки с сенсором. Казалось, замкнутый круг. . .

Выше уже отмечалось, что работа по международному проекту имеет свои особенности, не всегда безоговорочно принимаемые иностранными участниками. В развитии этого тезиса упомяну и о том, что на конференции Photonics West, организованной SPIE Vol. 7223, мне побывать и доложить о результатах работы над проектом так и не удалось по банальной причине — из-за неполучения визы для посещения США. Точнее, я ее все-таки получил, но только 8 апреля 2009 года, т.е. через два месяца после окончания работы упомянутой выше конференции. Если кто-то думает, что визу задержали по причине моей яркой индивидуальности, то сразу вынужден его огорчить — по имеющимся у меня сведениям, ни один научный работник в области физики полупроводников из стран СНГ в начале 2009 года не смог получить визу вовремя. Тот год для США был особенным — страна готовилась привести к присяге чернокожего президента, и, видимо, чиновники из госдепа просто не знали, как себя вести в такой непростой для их страны ситуации. . . К счастью, в США нашлись отчаянные герои — Джерри Маер (J. Meyer), Джим Мельник (J. Melnyk), распечатавшие наш постер и затем стойко его охранявшие от участников конференции Photonics West, разъяренных неприбытием авторов на американскую землю. Да здравствует взаимовыручка, ученые всех стран, соединяйтесь!

Одновременно с работой над проектом MINIGAS не прекращались также и

работы по созданию фотодиодов, на первый взгляд, не имевшие прямого отношения к теме проекта. Расчеты, проведенные Г.Ю. Сотниковой с коллегами, указывали на то, что заявленные в проекте MINIGAS предельные параметры, например, для анализатора углекислого газа (задача, поставленная изначально Honeywell Romania SL) могут быть достигнуты и при использовании иммерсионных диодных оптопар (Sotnikova G.Y. *et al.*, *Sensors Journal*, IEEE 10 (2), 225, 2010). Замалчивать этот факт не хотелось, тем более, что в проекте было предусмотрено создание многоканального сенсора, который вполне мог содержать и оптоэлектронные каналы с использованием уже имеющихся в фотоакустическом сенсоре газовых кювет и СД. Этаким гибридом оптоакустики и фотоники. Поэтому вполне закономерно было наше участие в конференции MIOMD-2008 во Фрайбурге с докладом про фотодиоды на длину волны 4.2 мкм. Как оказалось потом, этот доклад, дав ростки интереса со стороны слушателей, сыграл чуть ли не решающую роль в успехе всего проекта MINIGAS!

Дело в том, что среди участников конференции оказался представитель фирмы Dräger Ливьо Форнасейро (Livio Fornasiero), живо интересующийся новинками в области ИК сенсоров. Его заинтересовал наш доклад, и он воспользовался отсутствием строгого регламента касательно распределения мест на конференционном обеде, а именно, оказался за одним столом рядом со мной, готовым бесконечно рассказывать про замечательные свойства фотодиода на основе InAsSb. В ходе беседы и дегустации изысков немецкой кухни выяснились также и другие точки соприкосновения интересов уже за пределами профессиональной деятельности, ставшие основой для короткой переписки после завершения конференции.

А в это время над проектом MINIGAS продолжали сгущаться тучи — в конце концов, Еврокомиссией был выдвинут жесткий ультиматум: «Или новый индустриальный партнер взамен Honeywell или закрытие проекта!». Не следует думать, что нас, участников проекта, не интересовала его судьба — интересовала! Но в разрабатываемом устройстве было так много уникальных узлов, что многие полагали, что на конечном этапе цена данных изделий окажется непомерно высокой для потребителей, и поэтому они (потребители) не особенно торопились присоединиться к нам.

Консорциум же в свою очередь непрерывно шевелил серым веществом в поисках подходов, снижающих цену и позволяющих привлечь потенциальных пользователей на свою сторону. Одним из таких мероприятий из раздела «dissimilation and use» было участие в специализированной выставке «Sensor and Test 2009», ежегодно проводимой в Нюрнберге. Это мероприятие помимо общих целей имело также, по крайней мере, и одну конкретную — разговор с Livio Fornasiero на предмет участия фирмы Dräger в проекте MINIGAS. Разговор на выставке и последующие переговоры оказались успешными, и все облегченно вздохнули, когда после присоединения Dräger к проекту в конце 2009 года у нас появилось конкретное задание изготовить конкретный анализатор для конкретного газа (метана) — так называемый «демонстратор». До сей поры в планах проекта значился, если вы помните, анализатор углекислого газа, доставшийся нам по наследству от фирмы Honeywell Romania SLB, записавшей параметры будущего анализатора газа в текст проекта. Но теперь ситуация стала предельно ясной, как весеннее небо в Хибинах. Как говорится, «цели ясны, задачи опреде-

лены. За работу, товарищи!».

С приходом Dräger работы сильно активизировались, тем более что из отпущенных на проект трех лет осталось менее двух, а нерешенных задач накопился воз и маленькая тележка. В разделе нерешенных проблем значилось, например, создание герметичной (опорной) кюветы, заполненной инертным или иным газом, причем, газ в кювете должен был находиться неизменным бесконечно долго. Такая задача возникла из-за использования в проекте дизайна, прежде предназначавшегося для систем с лазерным, т.е. узкоколлимированным источником излучения. Решать эту задачу предстояло ФТИ, не имевшему, по крайней мере, в пределах лаборатории ИК оптоэлектроники, соответствующего навыка. В итоге мы предложили нетривиальное решение — отказаться от использования этой кюветы вовсе. Дело в том, что изначально по разным причинам консорциум настоял на использовании в газоанализаторе двух идентичных светодиодов. Решение же проблемы для такой двух-светодиодной схемы оказалось предельно простым — один из излучателей («опорный» СД) нужно было расположить максимально близко к входному окну измерительного сенсора без всякой дополнительной оптики. При таком подходе минимальное расстояние до входного окна обеспечит независимость опорного сигнала от наличия мешающих газов в атмосфере прибора, да и потери излучения на ввод будут минимальны. Последнее обеспечивается тем, что оптико-акустический сенсор не требует особой коллимации излучения — приемником является весь объем газа. Все были счастливы — упростался (удешевлялся) весь газоанализатор! Но радость была недолгой, поскольку по результатам расчетов было выбрано входное окно диаметром всего 2 мм и не более! Это создавало сложности для создания рабочей кюветы с измеряемым газом, имеющей разумные размеры, и для оптической стыковки наших светодиодов с рабочим (оптическим) диаметром 3.2 мм. И снова пригодился наш опыт — мы обратились к одной из давних наших технологий, а именно, к технологии создания иммерсионной оптики с помощью низкотемпературного халькогенидного стекла. Проведенные С.А. Карандашевым расчеты показали, что микролинзы из халькогенидного стекла диаметром ~ 1 мм, созданные на поверхности флип-чип светодиода, прекрасно справляются сразу с двумя задачами: 1) в несколько раз увеличивают коэффициент вывода излучения из полупроводникового кристалла и 2) создают направленный пучок излучения (*Оптический журнал* 79 9, 60, 2012). Благодаря такому подходу удалось без особых потерь как вывести свет из кристалла, так и ввести его в оптико-акустическую ячейку с помощью небольшого сферического зеркала — коэффициент сбора в эксперименте составил 74% (Final Publishable Summary Report, *Procedia Engineering* 47 1438, 2012)!

Говоря об успехах, не следует забывать и о промахах в работе. Одним из неудавшихся направлений в нашем проекте было создание сверхминиатюрного интерферометра, способного измерять колебания кантилевера (микрофона) с амплитудой до нескольких пикометров (pm). С этой задачей к нужному для проекта сроку не справился британский участник консорциума. Отсутствие требуемого прогресса в развитии данного компонента вынудило перераспределить и ресурсы, и задачи между участниками проекта. Но прежде были горячие научные споры между J. Каурринен, профессором из Турку, и англичанами, были бурные заседания и телеголосования. В результате QinetiQ, в конце концов, был

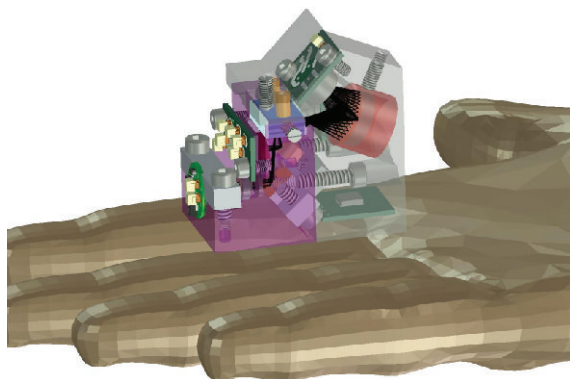


Финальный аккорд участников проекта MINIGAS. На фото — ударная сила проекта.

Верхний ряд, слева-направо (доминирующие представители Финляндии): Juho Uotila (Gasera), Kimmo Keranen (VTT), Tom Kuusela (TURUN), Ismo Kauppinen (Gasera), Mikko Karppinen (VTT), Juha Palve (координатор, VTT); Нижний ряд (представители более южных, чем Финляндия, стран): Luigi Pierno (Selex), Boris Matveev (Ioffe Inst.), Livio Fornasiero (Dräger). Lubeck, Germany, 10.12.2012

исключен из состава финальных участников «забега», а итоговым интерферометром был выбран интерферометр, созданный в Финляндии (Gasera Oy). По утверждению представителей Gasera Oy, это был самый миниатюрный интерферометр из всех существующих, да еще с нужной точностью измерений! Были промахи и в менеджменте — по настоянию куратора был заменен координатор консорциума, большая и финальная части проекта были отслежены Juha Palve при поддержке со стороны Mikko Karppinen. Но... «не ошибается тот, кто ничего не делает» (древние греки, Гегель, Ленин и др.)

Само собой разумеется, что помимо научной деятельности была также и светская составляющая, включающая в себя небольшие, но весьма приятные события. Так, например, из-за моей рассеянности и высокой температуры, неожиданно поднявшейся во время перелета Хельсинки—Лондон, я обронил и оставил в номере гостиницы банкноту в 500 евро. Прибыв из Великобритании на Родину, я по понятным причинам стал подыскивать кредиторов для решения обрушившихся на меня финансовых проблем. Поэтому я долго не мог понять смысл слов, сказанных мне по телефону на чисто английском языке (к этому стоит добавить весьма среднее знание английского и английских нравов). Действительно, трудно уложить в голове тот факт, что горничная, убиравшая номер, после обнаружения в номере банкноты в 500 евро, передала ее управляющему, который озаботился проблемой передачи банкноты ее бывшему хозяину. Такая вот «загадочная» британская душа!



Схематичное изображение модели опто-акустического сенсора, уместяющегося на ладони. При хорошем воображении можно разглядеть все основные составляющие: фотоакустическую ячейку, светодиоды, сферическое зеркало, интерферометр и (открытую) газовую кювету, юстировочные и крепежные винты

Среди мероприятий светского плана хочется отметить традиционную для Финляндии Sauna Party в университете в Espoo (2008), а также велопогулки по Пушкину и по ночному Петербургу в июле 2009 года, когда проходил первый годовой отчет о работе консорциума. (На проведении отчета в Петербурге, во время Белых ночей, настоял координатор проекта — видимо, предчувствовал, что пойдет на повышение и не сможет принимать заключительные этапы работы). Отмечу неожиданную для меня смелость участников, согласившихся провести всю ночь на велосипедах: начало маршрута было в 10 вечера, а оконча-



Участники проекта на набережной Мойки, Санкт-Петербург, 08 июля 2009 г. Слева-направо: Kimmo Keranen, Pentti Karioja (первоначальный координатор проекта, VTT), Tom Kuusela, Борис Матвеев.

ние — в 5 утра. Во время отчета в Петербурге не планировалось традиционно для всех других совещаний консорциума посещения ресторанов, но зато мы посетили Мариинский театр, где давали оперу Вагнера «Кольцо Нибелунгов», длившуюся и длившуюся бесконечно долго, до 00:30 (Все-таки, Чайковский — молодец! Взял да и написал «Иоланту» в двух актах!). Но в памяти участников осталась не опера, а именно ночной Петербург, поразивший и меня, и гостей города своей неповторимостью и колоритом. При многих встречах на последующих официальных мероприятиях бывшие «велотуристы» из числа участников проекта неизменно выражали слова благодарности за то, что благодаря мне, им «теперь есть, что рассказать внукам». И мне тоже есть, что рассказать внукам — я участвовал в международном исследовательском европейском проекте MINIGAS!

Юрий Николаевич Денисюк — основоположник голографии в СССР и первооткрыватель объемной голографии в мире

С.Б. Гуревич

Введение

В 2005 и 2006 годах мир потерял двух крупных ученых, внесших огромный вклад в развитие голографии — Эммета Лейта и Юрия Николаевича Денисюка. Оба они родились в 1927 году и примерно в одно время занялись проблемами, приведших их к важным открытиям.

Как известно, голография была предложена Д. Габором в 1948 году [1], но до 1962–1963 годов она осталась направлением, известным лишь узкому кругу исследователей. Ситуацию изменили только публикации 1962–1963 гг.: Ю.Н. Денисюка [2], а также Э.Н. Лейта и Ю. Упатника (Упатниекса) [3]. Денисюк записал голограмму во встречных пучках. Лейт и Упатник впервые применили для записи голограмм лазер и видоизменили схему Габора (путем разделения объектного и опорного пучков), что позволило получить высококачественные объемные изображения. Следствием этих работ был колоссальный всплеск исследований, создавший ряд направлений в голографии.



Ю.Н. Денисюк

Первые шаги в голографии¹

Юрий Николаевич Денисюк родился 27 июля 1927 года в Сочи. Его мать была коренной ленинградкой, и семья вскоре переехала в Ленинград. Военные годы он провел в блокадном Ленинграде. В 1948 году Юрий поступил в Ленинградский институт точной механики и оптики (ЛИТМО), который закончил в 1954 году с отличием. Он сразу же был принят на работу в Государственный оптический институт им. С.И. Вавилова (ГОИ) и с тех пор не расставался с этим институтом. В 1980–1988 гг. Денисюк был профессором в ЛИТМО, а в 1988 году его избрали заведующим лабораторией оптоэлектроники и голографии (ЛОЭГ) Физико-технического института им. А.Ф. Иоффе, которой он руководил до последних лет своей жизни.

Свою пионерскую работу Ю.Н. Денисюк выполнил в ГОИ в 1958–1962 годах. Она была опубликована с рекомендацией академика Линника в Докладах Академии Наук (ДАН) в 1962 г. под названием «Об отображении оптических свойств объекта в волновом поле рассеянного им излучения» [2]. Он пришел к идее записи волнового фронта в 1958 году, не будучи знакомым с работой Габора. Вероятно, это было счастливым обстоятельством, поскольку заставило его искать свое собственное решение. Его идея была навеяна работами французского физика Г. Липпмана, который предположил, что отраженные от записанных пластинок лучи, сохраняют спектральный состав записи. Однако в отличие от Липпмана, Денисюк предположил, что в отраженных пучках сохраняются и другие оптические свойства. Ему пришлось для подтверждения своего предположения столкнуться с проблемами, связанными, прежде всего, с разработкой среды для записи. Но при своем необыкновенном экспериментальном мастерстве и в благоприятных для исследований условиях ГОИ он преодолел эти трудности, и его первая публикация 1962 года была очень своевременной. После первой работы последовал целый цикл его работ, которые внесли крупный вклад в развитие голографии. На год позже первой публикации Ю.Н. Денисюка, в 1963 году, в журнале *Journal of the Optical Society* появилась статья Э.Н. Лейта и Ю. Упатника «Wavefront Reconstruction with continuous-tone objects» [3], в которой уже демонстрировались снимки голограмм, записанных лазерными пучками и восстановленных опорным лазерным пучком. Лейт и Упатник уже знали работы Габора и Денисюка, однако они не остановились на достигнутом и существенно расширили возможности голографии.

Работа Ю.Н. Денисюка — открытие нового направления в голографии

Ю.Н. Денисюк высказал предположение, что объемная фотография сложной картины стоячих волн, возникших при отражении света от произвольного объекта, воспроизводит не только спектральный состав излучения, как полагал французский физик Липпман, но и амплитуду, и фазу волны. Как упоминалось выше, Денисюком в 1958–1962 гг. в ГОИ были проведены экспериментальные исследования по подтверждению высказанного им предположения, что потре-

¹ По материалам книги С.Б. Гуревича «70 лет в физике» с дополнениями автора.

бовало высокой техники приготовления липпмановских фотографических пластинок с достаточно высокой чувствительностью и высокой разрешающей способностью. Сочетание виртуозности Денисюка, как экспериментатора, с накопленным в ГОИ огромным опытом по изготовлению фотографических эмульсий, привело к успеху. Денисюк показал, что объемная фотография картины стоячих волн с высокой полнотой воспроизводит зарегистрированное волновое поле. Публикация [2] была замечена во всем мире, и впоследствии ни у кого не возникло сомнения в приоритете Ю.Н. Денисюка. Серия его последующих работ только подтвердила высокую оценку, данную этим результатам отечественной и зарубежной научной общественностью. В СССР сразу же возник интерес к голографии. Здесь, как и за рубежом, обратили внимание на широкие возможности использования голографии как метода исследования различных процессов, а также для создания новых приборов. Юрий Николаевич Денисюк в последующие годы был отмечен как выдающийся ученый.

В 1970 году академик-секретарь Отделения общей физики и астрономии АН СССР Л.А. Арцимович выдвинул кандидатуру Ю.Н. Денисюка в члены-корреспонденты АН СССР. Общее собрание Академии наук СССР поддержало его кандидатуру. В то время Юрий Николаевич был еще кандидатом наук. Вскоре, в 1972 году, ему была присуждена докторская степень без защиты диссертации.

В 1970 году Ю.Н. Денисюк за цикл работ «Голография с записью в трехмерных средах» был выдвинут Физтехом на Ленинскую премию, которая была присуждена. В последующие годы Денисюк был отмечен следующими наградами: 1972 г. — премия «Интеркамерья», 1982 г. — Государственная премия, 1983 г. — премия им. Д. Габора, 1987 г. — избрание членом Королевского фотографического общества (Лондон), 1989 г. — Государственной премия. В 1992 году он был избран действительным членом Российской академии наук. В эти годы были предприняты усилия в нашей стране и за рубежом по выдвижению Ю.Н. Денисюка и Эм. Лейта на Нобелевскую премию.

Ю.Н. Денисюк — научный координатор

Ю.Н. Денисюк направлял работы по голографии в руководимых им подразделениях в ГОИ и Физтехе. Он давал указания по проведению экспериментов и сам в них участвовал. Юрий Николаевич был требователен к себе и к своим сотрудникам, но внимательно прислушивался к другому мнению. Он был отзывчив, когда к нему обращались с просьбой разъяснить суть какой-либо проблемы.

Наряду с Ю.Н. Денисюком, большой вклад в развитие отдельных направлений голографии внесли другие отечественные ученые. Академик Б.П. Константинов организовал в Физтехе специальную голографическую лабораторию, активно работающую в настоящее время. В 1970 году по инициативе Константинова был организован Научный совет по проблеме «Голография». Совет возглавил член-корреспондент АН Л.Д. Бахрах, его заместителями были назначены Ю.Н. Денисюк и С.Б. Гуревич, ученым секретарем — Г.А. Гаврилов. Совет располагался территориально в лаборатории Оптоэлектроники и голографии ФТИ. Было организовано бюро Совета, в котором видную роль играл Ю.Н. Денисюк. В Совете были организованы четыре секции: первая охватывала проблемы оптической голографии (руководитель Ю.Н. Денисюк); вторая занималась вопро-

сами оптической обработки информации (руководитель С.Б. Гуревич); третья — проблемами радио- и акустической голографии (руководитель Л.Д. Бахрах); четвертая охватывала вопросы, связанные с созданием и совершенствованием сред, пригодных для голографической записи (руководитель Н.И. Кириллов, позднее — В.А. Барачевский). Каждая секция выпускала свои тематические сборники трудов, в которых публиковались наиболее интересные работы по данной тематике. Всего было выпущено более тридцати таких сборников. Советом по голографии были проведены семь Всесоюзных конференций. Первая состоялась в Тбилиси в мае 1972 года, более 250 ее участников принимал Институт кибернетики (директор В.В. Чавчанидзе). К тому времени сотрудники Института кибернетики внесли весомый вклад в изобразительную и поляризационную голографию. Наиболее представительной была III конференция с международным участием, проведенная в 1978 году в Ульяновске. Затем конференции проводились в Киеве, Ереване, Минске, Риге. Последняя Всесоюзная конференция по голографии прошла в 1990 году в Витебске.

Тематика Всесоюзных конференций по голографии была очень широкой: схемы голографической записи; изобразительная голография; голографическая интерферометрия; голографическое архивное хранение данных; голографическое оперативное хранение информации; голографические и когерентные методы обработки оптической информации; голографическое кино и телевидение; голографические дисплеи и экраны; динамическая голография; техника радужных голограмм; синтезированные голограммы; цветная голография; голографическая микроскопия; голографические записывающие среды — тонкие; голографические записывающие среды — объемные.

Юрий Николаевич Денисюк постоянно участвовал в этих конференциях в качестве докладчика, председателя программного комитета, председателя секционных заседаний. Совет по голографии проводил также тематические конференции по разным разделам голографии, и Денисюк руководил рядом из них. Он принимал активное участие в выездных заседаниях бюро Совета, на которых обсуждались результаты научной деятельности отдельных территориальных организацией, выступал с разумной критикой и предложениями по улучшению работы.

Важную роль в формировании плеяды талантливых молодых ученых, специализирующихся в области голографии, сыграла ежегодно проводившаяся школа. Программный комитет, как правило, работал под руководством Ю.Н. Денисюка, который часто и сам читал лекции на этой школе. Школа по голографии, проходившая в разных республиках СССР, пользовалась большой популярностью, и на нее приезжали специалисты из Европы, из США, Канады, Китая и Японии. Международными были школы по голографии в Ульяновске (1971 г.) и в Новосибирске (1973 г.). На последней читали лекции Э. Лейт, Д. Строук, А. Ломан, У. Кок и другие известные зарубежные специалисты.

В 1990-х гг. минувшего столетия и в первых годах XXI века положение на территории бывшего СССР в науке, в частности в голографии, осложнилось. Возможности для научных контактов и для проведения совместных фундаментальных исследований сузились. Однако активность научной и организационной деятельности председателя Совета по голографии Ю.Н. Денисюка, избранного в 1992 году академиком РАН, оставалась на высоком уровне. Группы под



На приеме у Президента Республики Кыргызстан. Слева направо: Президент НАН КР Ж.Ж. Жеенбаев, академик РАН Ю.Н. Денисюк, Президент Республики Кыргызстан А.А. Акаев и С.Б. Гуревич. 1997 г.

его руководством регулярно получали поддержку Российского фонда фундаментальных исследований (РФФИ). Денисюк несколько лет вел свою научную школу, его продолжали приглашать в качестве руководителя и консультанта в институты, на конференции стран СНГ по голографии и близким направлениям. Такие международные конференции часто проводились в Республике Кыргызстан (6 конференций), где продолжала работать группа специалистов по голографии, созданная А.А. Акаевым — в прежние годы членом бюро Совета по голографии, а в 1991–2005 гг. президентом Кыргызстана. Юрий Николаевич был всегда желанным гостем на этих конференциях.

В последние годы

В 2000 году Юрий Николаевич участвовал в Международной конференции по голографии, проходившей в Украине, в Киеве. В 1995 году под его руководством был проведен Российский голографический семинар в Санкт-Петербурге. Денисюк часто выступал на международных конференциях во многих странах, где его научный авторитет всегда был очень высок. В 1990-х годах его приглашали на длительный срок для проведения исследований в Колумбию (г. Богота) и в Италию (г. Комо). Результатом первой поездки стало создание нового метода мультиплексирования голограмм с трехмерным спекл-смещением. После второй поездки совместно с итальянскими коллегами А. Андреони, М. Бондани и М. Потенца была опубликована работа «Голограмма, генерируемая второй гармоникой для сверхбыстрой обработки информации».

В заключение необходимо отметить, что Юрий Николаевич Денисюк внес существенный вклад в развитие голографии в СССР и в мире как в результате собственных работ, включая основополагающие, так и в результате активного влияния на проведение экспериментальных и теоретических работ в различных научных центрах, проводимых другими исследователями. Нет сомнения, что имя

Ю.Н. Денисюка, выдающегося ученого, сохранится в истории физики, как имя одного из основателей нового направления и человека, отдавшего всю свою жизнь науке.

Литература

- [1] D. Gabor, *A new microscope principle*, Nature. 1948, 856 p.
- [2] Ю.Н. Денисюк, *Об отображении оптических свойств объекта в волновом поле рассеянного им излучения*, ДАН СССР **44**, 1275 (1962).
- [3] E.I. Leith, and J. Upatnieks, *Wave front reconstruction with continuous tone objects*. J. Opt. Soc. Amer. **53**, 1377 (1963).

Из воспоминаний «Смысл жизни (памяти Льва Термена посвящается)»

С.В. Ордин

Мимолетная встреча с легендой

Когда сухонький, но, по-юношески бодрый старичок скромно вошел во время Ученого совета ФТИ им. А.Ф. Иоффе (1988 г. — *Примеч. ред.-сост.*) в заднюю дверь большого актового зала и, подсев ко мне, стал расспрашивать о том, что уже было на совете, а затем стал обсуждать со мной текущие доклады я, конечно, не думал, что это какое-то эпохальное событие, ни вообще, ни для меня лично. Я просто на его вопрос: «Что было уже интересного?» ответил, что мне показался наиболее значимым и прозрачным результат лаб. Ионова, что в вакууме 10^{-12} на свежесколотой поверхности кремния уже за секунду образуется монокристаллическая пленка окисла. На что старичок как-то просто и буднично заметил: «Ну, мы это уже давно проверяли», а тогда мы с ним просто тихо продолжили обсуждение текущих докладов.

Эта наша беседа продолжалась до официального конца Ученого совета, но, сколько времени — затрудняюсь сказать, т.к. она шла свободно и легко при полном взаимопонимании, что лично мне приходилось с годами испытывать все реже и реже, да и то лишь в кругу друзей молодости. Мы, как мне показалось, оба просто наслаждались текущим моментом общения, а всякие там условности — возраст, научный вес и социальный статус, нас не касались и не отвлекали. Нас обоих интересовало *понимание природы* и то, что нарисованные в наших головах картины в целом были похожи, а недостающие фрагменты — пустоты — легко вставлялись из картины собеседника, именно это нас тогда интересовало и радовало. И даже когда Жорес Алфёров сказал, что нас должен был посетить уникальный человек, создатель терменвокса профессор Термен, который еще до революции построил с Бонч-Бруевичем первую в России радиостанцию под Гатчиной, но он старый и видимо не смог, а мой собеседник поднялся и сказал: «А я здесь» и после приглашения на трибуну, будничным тоном, как мне показалось, часа два нам рассказывал невероятные вещи, я и тогда не думал, что эта встреча сильно повлияет на мою судьбу в науке. Даже поняв из его доклада, что «мы» — это он с Абрамом Фёдоровичем, с которым он тесно сотрудничал аж в начале века, я думал не о самом факте нашей встрече с ним, а об открывшихся для меня в его докладе к нему вопросах, на которые уже не мог сразу получить ответ от него, на которые мне уже пришлось отвечать самостоятельно и спустя годы. А

Ордин С.В. Смысл жизни (памяти Льва Термена посвящается), 2014. Сайт Нанотехнологического общества России, www.rusnor.org/pubs/articles/10878.htm.

в момент его выступления с трибуны, когда зал ржал над буднично оброненной им фразой: «Эйнштейн был хороший человек, но как физик слабоват и я его выгнал», я думал, что вот опять, не два автора книг об одном и том же эффекте, а два корифея науки, общаясь лично, все же не смогли полностью понять друг друга. Раньше я знал это только из книг, описывающих дискуссию Бора и Эйнштейна¹, теперь слышу из уст человека, с которым только что, в беседе, не возникло даже тени сомнения во взаимопонимании описания Природы. . .

В несколько снобистском замечании Термена об Эйнштейне я увидел не его неспособность понять другого корифея (в это я, после беседы с ним просто не верил), а просто его нежелание отвлекаться от интересовавшей его тогда проблемы. Термен просто даже не думал о том, что стоит за просьбой Эйнштейна озвучить элементарные (статичные!) фигуры на его терменвоксе, способном уже превращать гармонию великолепных движений танцовщицы в музыку. В книге Эйнштейна «Физика и реальность» я нашел, в общих чертах, ответ на мучивший меня вопрос: Какой вопрос мучил Эйнштейна? Почему примененная к статике динамика терменвокса могла что-то подсказать для понимания Природы? Дело, как понимаю, в эйнштейновском представлении о Природе как о сложной гармонии, как о сложнейшем музыкальном произведении ни на йоту не нарушающем гармонию заложенных в него принципов. Так вот, Эйнштейн нашел в «хаосе» проявления и описания Природы скрытую до него гармонию: эквивалентность массы и энергии.

Сам Термен говорил буднично-иронично о своей жизни, которая была заполнена до невероятной степени созданием принципиально новых приборов и технологий, к тому же весьма специфичных. . . Кроме того, Термен рассказывал, что еще до войны им был создан своеобразный ультразвуковой телевизор, и на этом же принципе, подслушивающее устройство. До войны еще речь не шла об использовании инфракрасного узкого луча и чувствительных инфракрасных детекторов не было создано, а узкополосных ИК-излучателей — и недавно. Термен рассказал, что сканирование в устройстве — аналоге современного дистанционного тепловизора осуществлялось коротковолновым ультразвуковым лучом, отраженный сигнал которого синхронизировался с разверткой на электронной трубке. Такие следящие «телевизоры», Термен говорил, были запущены в малое производство и еще до войны были установлены в охранной системе мавзолея Ленина, а прямо перед войной на некоторых участках границы. Сфокусированным на окне американского посольства ультразвуковым лучом осуществлялось и считывание разговоров в посольстве еще до войны.

¹ Поводом для публичного диспута, продолжавшегося несколько десятилетий, послужило появление квантовой механики. Активное участие в организации общения по этому поводу Бора и Эйнштейна принимал Пауль Эренфест. — *Примеч. ред.-сост.*

Приветствие участникам фестиваля «Дни Термена в Санкт-Петербурге»

Ж.И. Алфёров

Мы рады, что 100-летие со дня рождения Льва Сергеевича Термена, одного из замечательных деятелей в истории нашего института, отмечено столь масштабным событием как фестиваль «Дни Термена в Санкт-Петербурге».

Лев Термен являет ярчайший пример выдающегося Российского Интеллекта, ученого, изобретателя, сочетавшего в себе таланты художника и представителя точных наук. Именно таких людей старался собрать в стенах Физико-технического института его основатель — Абрам Фёдорович Иоффе. Термен, Капица, Семенов, Френкель и многие другие сотрудники, пришедшие в ФТИ, внесли громадный вклад в развитие культуры нашей страны и всего мира. Широта взглядов, отсутствие зашоренности на узких проблемах всегда поощрялись в нашем институте, главной задачей которого было органическое соединение фундаментальных исследований по физике с максимально быстрым применением полученных результатов. Лев Термен удовлетворял этим высочайшим критериям, свидетельством чему является его плодотворная работа во всех областях современной техники и точках земного шара, куда ни забрасывала его судьба в удивительно богатой событиями, делами и бедами жизни.

Желаем успеха всем участникам фестиваля «Дни Термена в Санкт-Петербурге» и надеемся, что фестиваль послужит делу укрепления взаимных связей между наукой и искусством, «алгеброй и гармонией», ярким проявлением единства которых были личность и творчество Льва Сергеевича Термена.

21.11.96

академик Ж.И. Алфёров

Человек из Физтеха (О Льве Сергеевиче Термене)

Р.Ф. Витман

О Льве Сергеевиче Термене опубликовано много различных материалов. Непростая судьба этого человека, начинавшего свой научный путь в Физтехе¹, его талант, не должны быть обойдены молчанием (сам он если и рассказывал о своей жизни, то очень немного).

«Кто же изобрел оригинальный радио-жучок и вставил его в американского орла?» — такой вопрос может обнаружить читатель в статье Юрия Белкина «Играя Глюка на вольтметре»². Этим изобретателем был Лев Сергеевич Термен, который в 20-е годы прошлого века работал в Физтехе. Именно в стенах Физтеха он изобрел свой знаменитый прибор — терменвокс, которым прославился на весь мир. (События, связанные с «радио-жучком» происходили уже в послевоенное время, в 1945 году.)

Родился Лев Термен 28 августа 1896 года в Санкт-Петербурге в дворянской православной семье с французскими и немецкими корнями³. Мать, как и положено в таких семьях, не работала, занималась сыном, была увлечена музыкой. Отец был юристом. Лев рано начал читать. С детских лет мальчик проявлял способности к музыке (играл на виолончели), и к физике (по-своему рассказывал о физических явлениях, был увлечен занятиями в домашней обсерватории и др.). Вскоре семья переехала в Петербург. Лев учился в Первой Санкт-Петербургской классической гимназии, где удивлял учителей постановкой физических опытов. Завершив среднее образование с серебряной медалью в 1914 году, он поступил одновременно в консерваторию и на два факультета университета: физики и астрономии.

Весной 1913 года, еще будучи гимназистом, Термен присутствовал на блестящей защите диссертации на соискание степени магистра физики Абрамом Фёдоровичем Иоффе в Университете. Это была первая их встреча.

В августе 1914 года началась Первая мировая война. Лев успел окончить только консерваторию по классу виолончели (это музыка!). В 1917 году он был определен на полгода в военную школу, а потом в Высшее Николаевское Военно-инженерное училище (это физика!). После окончания училища в чине подпоручика, он был направлен в радиотехнический батальон в Петрограде. К счастью, его не отправили на фронт. Полтора года службы в армии не пропали даром: к обширным знаниям по электротехнике добавились глубокие знания по радиотехнике. При Временном правительстве Термен руководил строитель-

¹ Л.С. Термен и А.А. Чернышёв стояли у истоков исследований по ускорителям: в начале 20-х гг. в ФТИ они занимались проблемами ускорения частиц, позже эти работы переместились в Харьков.

² Ю. Белкин, *Играя Глюка на вольтметре, Дилетант* 10 (22), 54-58 (2013).

³ Родовая фамилия Терменов по-французски писалась «Theremin».

ством и ввел в действие мощную радиостанцию для связи Поволжья с Москвой и Петроградом, затем был назначен заместителем начальника радиотехнической лаборатории в Москве. Ему был всего 21 год!

К лету 1917 года Термен завершил высшее образование и стал обладателем двух дипломов — консерваторского (виолончель) и университетского (физика и астрономия). Октябрьскую революцию он встретил младшим офицером запасного электротехнического батальона, который обслуживал самую мощную в России Царскосельскую радиостанцию. Советская власть нуждалась в специалистах-радиоинженерах, и вскоре Термену было доверено руководство Царскосельской (Детскосельской) радиостанцией. С новой властью, установившейся в стране, у Льва Термена на протяжении всей долгой жизни складывались непростые (очень разные) отношения.

О годах Гражданской войны Термен рассказывал, что он был призван в Красную Армию и служил на той же радиостанции («Когда к Петрограду подходил Юденич, мы станцию разобрали, остались одни антенны, и я подготовил взрывное устройство, но оно не пригодилось»). Есть свидетельства о том, что в начале 1919 года Л.С. Термена арестовывали «по делу белогвардейского заговора», но дело до революционного трибунала не дошло, и в 1920 году его освободили⁴ [8].

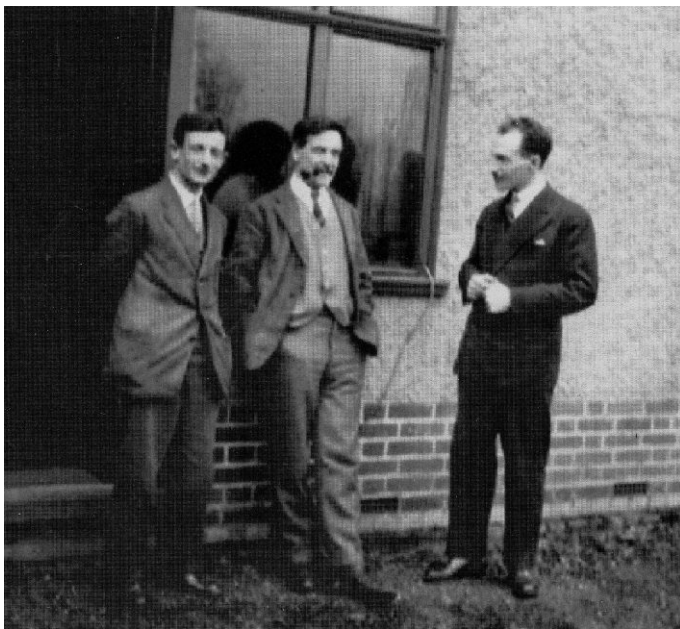
В эти же годы произошло приятное событие — встреча с профессором ЛПИ А.А. Чернышёвым, который руководил электротехническим отделом в Физтехе. Чернышёв уже был наслышан об изобретателе Термене, он передал привет от Иоффе и выразил надежду на дальнейшее плодотворное сотрудничество (сам Термен называл Иоффе «верховным существом»⁵). Абрам Фёдорович Иоффе пригласил Льва Сергеевича в свой физико-технический отдел ГРРИ (ГФТРИ) и предложил ему заведование лабораторией, в которой будут проводиться исследования по использованию электрических колебаний высокой частоты в измерительной технике. В Физтехе Термен быстро занял ведущие позиции, и Иоффе в письмах из-за границы постоянно среди других научных руководителей института упоминал и его: просил отчет о проделанной работе, спрашивал, какие книги приобрести в Европе для него и т.д. Институт, где в 1921 году работали 53 сотрудника, в то время еще не переехал из стен Политехнического института в выделенное для него здание, где он существует и сейчас (Политехническая ул., 26). Однако обустройство новых помещений уже шло. В начале 1923 года в одном из писем жене А.Ф. Иоффе писал: «... Отопление действует, электрическая проводка заканчивается, телефон проводят, устроили радиосигнализацию Термена от воров...»⁶. В институте работали два отдела: физический и технический, старший физик Л.С. Термен заведовал технической лабораторией электрических колебаний.

Денег институт в то время получал достаточно, и работы развивались успешно, в том числе и работы по отдельным вопросам телевидения и телемеханики.

⁴ Сомнения в истории с первым арестом вызывает указанный в анкете рукой самого Льва Сергеевича год начала «службы» в ГРРИ — «1919». Анкета заполнена по Распоряжению Наркомпроса от 21 января 1925 года [Архив ФТИ]

⁵ Е.К. Иорданишвили, *Волны музыки (жизнь и «одиссея» Льва Термена)* в книге «Вместе со страной. Евреи Ленинграда–Петербурга в отечественной и мировой науке и технике». СПб: КАРО, 2003, с. 138.

⁶ М.С. Соминский, *Абрам Федорович Иоффе*, М.-Л.: Наука, 1965, 643 с.



Слева направо: Ю.Б. Харитон, П.Л. Капица и Л.С. Термен. Англия, Кавендиш, 1927 г.

М.С. Соминский писал, что сформировалось и развилось направление научной радиотехники или радиофизики, во главе которого стояли А.А. Чернышёв, Л.С. Термен, Н.Д. Папалекси, А.П. Константинов, Д.А. Рожанский. Все эти исследования начинались буквально на пустом месте, в прямом и переносном смысле. Подсобные мастерские института наладили «выпуск радиотехнических вакуумных ламп для Военно-морского флота. Мастерские выпускали вакуумные насосы, трансформаторы, радиотелефонные установки рентгеновские трубки, радиосигнализационные устройства, разработанные Л.С. Терменом» [4]. Термен разработал прибор для «громкого демонстрирования акустических явлений в организме» для Московского института функциональной диагностики и экспериментальной терапии, который он сам и показывал, как и многие другие создаваемые им уникальные устройства.

В Физтехе, в своей лаборатории, Термен создал в 1920 году знаменитый музыкальный инструмент — терменвокс. Занимаясь разработкой радиоизмерительных приборов, Лев Сергеевич неожиданно в ходе опыта обнаружил, что одно из устройств, оснащенное конденсатором, при приближении к нему руки издавало звуки разной высоты. В этих опытах физика и музыка слились воедино в руках талантливого исследователя с абсолютным слухом. Внешне прибор выглядит как вертикально стоящий стержень, а музыкант извлекает из него мелодичные звуки, напоминающие звуки органа, делая манипуляции рукой вокруг стержня, не прикасаясь к нему. В 1921 году Термен зарегистрировал патент № 780 «Музыкальный прибор с катодными лампами».

Известность Термена росла, он выступал с лекциями и концертами — демонстрациями терменвокса, на которых присутствовали известные музыканты — Александр Глазунов, Дмитрий Шостакович и др. К звуку изобретатель доба-

вил свет. Осенью 1921 года Термен выступил перед участниками VIII Всероссийского электротехнического съезда. На съезде присутствовал Г.М. Кржижановский — автор плана ГОЭЛРО, ближайший соратник Ленина. Ленин пригласил Термена в свой кабинет в Кремль. Вождь не только попросил ученого научить его играть на терменвоксе, но и поручил Льву Сергеевичу заняться системой охранной сигнализации. Вождь мирового пролетариата сыграл на чудесном инструменте Термена «Жаворонка» Глинка и «Дубинушку», Термену же выдали мандат на бесплатный проезд по железным дорогам России для демонстраций в разных городах своих изобретений. Он получил еще одно важное государственное задание — установить радиоэлектрическую охранную сигнализацию в золотых кладовых Государственного банка России [3]. «Созданный им вариант сигнализации оставался мировым эталоном много десятков лет, исправно неся свою службу, не связанную с дальнейшей судьбой своего создателя»⁷, — писал Евгений Константинович Иорданишвили, сотрудник отраслевой лаборатории Всесоюзного института источников тока (ВНИИТ), организованной А.Р. Регелем при ИПАН.

В середине 20-х годов Термен поступил в Ленинградский политехнический институт для завершения физического образования. Иоффе поручил Термену заняться вопросами «дальновидения», что и было выбрано в качестве темы диплома. Уже через полгода исследований в Физтехе было получено движущееся изображение, передаваемое по проводам в соседнюю комнату. Изобретатель получил диплом инженера-физика, т.е. третий диплом высшего образования. Со слов академика Иоффе, «открытие Л.С. Термена — огромного и всеевропейского масштаба». За несколько лет до первых опытов Зворыкина в Америке Термен создал самый настоящий электронный телевизор. «У телевизора Термена экран был 1.5×1.5 м. На итоговую демонстрацию пришли Сталин, Ворошилов, Орджоникидзе и Тухачевский. Тему засекретили, и прибор собирались использовать для пограничного контроля»⁸. Маршал Буденный в апреле 1963 года рассказывал телесценаристу Александру Рохлину, как в 1926 году смотрел «телевизор», установленный в кабинете наркома обороны. Приоритет этого изобретения Термена доказан в наше время.

Термен демонстрировал терменвокс во многих странах Европы и в Америке, везде восторг публики был несомненен. Летом 1927 года на международной конференции по физике и электронике во Франкфурте-на-Майне Термен со своим инструментом удивил европейцев и докладом о терменвоксе, и концертами классической музыки. В Четвертом управлении штаба РККА сочли, что инженер мог бы в Германии многое увидеть и услышать, и еще до поездки Термен был приглашен на беседу к главе военной разведки Яну Берзину (Петерсу)⁹. Берзин по-

⁷ Е.К. Иорданишвили, *Волны музыки (жизнь и «одиссея» Льва Термена)* в книге «Вместе со страной. Евреи Ленинграда–Петербурга в отечественной и мировой науке и технике». СПб: КАРО, 2003, с. 145.

⁸ В.В. Косарев, *Чтения памяти А.Ф. Иоффе. Физтех, Гулаг и обратно (белые пятна из истории ленинградского Физтеха)* в сборнике «Чтения памяти Иоффе», 1990, с. 105.

⁹ Берзин Ян Карлович (латыш. Janis Berzins; настоящее имя — Петерис Янович Кюзис, 1889–1938) — один из создателей советской военной разведки, армейский комиссар 2-го ранга (1937). Начальник 4-го (разведывательного) управления штаба РККА (март 1924 – апрель 1935); зам. командующего войсками Особой Краснознаменной Дальневосточной армии (1935–1936); главный военный советник в армии республиканской Испании под именем генерала Доницетти (1936–1937);

ставил ряд вопросов, на которые после возвращения Термена хотел получить ответы.

Иоффе, который бывал за рубежом вместе с Терменом, с гордостью отзывался в газете «Правда» о выступлениях: «Совершенно исключительный успех имели везде за границей (во всех больших городах Германии, в Париже, Лондоне и Нью-Йорке) выступления сотрудника Физико-технического института Л.С. Термена с радиомузыкой»¹⁰. Абрам Фёдорович с интересом следил за развитием этих работ, помогал в оформлении патентов за границей «во избежание потери приоритета». В одном из писем Иоффе писал жене: «В Берлине я устроил общество для распространения радиосигнализации Термена — оно может дать крупные суммы»¹¹. С лета 1927 года заграничные командировки стали постоянными. Иоффе, который в то время находился в США, получил заказы от нескольких фирм на изготовление 2000 терменвоксов, и Термену надо было ехать в Америку курировать работы. Термен подал заявление в Административный отдел Ленинградского Губисполкома с просьбой разрешить ему выезд за границу вместе с женой — Екатериной Павловной Термен¹² (в девичестве Константиновой, сотрудницей Физтеха с 1923 г.), объясняя, что вдвоем они более качественно проведут демонстрации приборов и сэкономят средства, запланированные на переводчиков. (Екатерина Павловна Термен получила разрешение на выезд значительно позже).

Вместо одной командировки Лев Сергеевич получил две: от наркома просвещения Луначарского и от военного ведомства. Перед отъездом Термена снова напутствовал Ян Берзин.

Так, в 1928 году Термен, оставаясь советским гражданином, переехал в США. В Америке он запатентовал терменвокс и систему охранной сигнализации, продал лицензию на право серийного выпуска упрощенной версии терменвокса компании RCA (Radio Corporation of America).

На заработанные деньги Термен организовал компанию «Teletouch» и музыкально-танцевальную студию Theremin Studio, для которой арендовал шестизэтажное здание на 99 лет. В этой студии на 54-й авеню Термен часто музицировал с Альбертом Эйнштейном: физик — на скрипке, изобретатель — на терменвоксе. С лучшими оркестрами Лев Термен давал многочисленные концерты. В Нью-Йорке в одном из самых феешенбельных залов — в отеле «Плаза» — на концерте присутствовали Сергей Рахманинов и Артуро Toscanini. Термен на терменвоксе впервые исполнил произведения Скрябина, Шуберта, Оффенбаха. В газетах писали: «Зал был не просто потрясен, а как бы наэлектризован». Тысячи американцев с энтузиазмом принялись играть на терменвоксе.

Технический гений Термена был признан в Америке. По одним источникам огромные деньги и Термену лично, и Советской России приносила корпорация Teletouch, по другим — Термена финансировала военная разведка. Созданная

начальник Разведуправления (1937). Арестован в ноябре 1937 г.; расстрелян 29 июля 1938 г. на полигоне «Коммунарка»; реабилитирован посмертно в 1956 г.

¹⁰ А.Ф. Иоффе, *О моей последней заграничной поездке*. Правда № 31 (3863) от 5 февраля 1928 г.

¹¹ М.С. Соминский, *Абрам Федорович Иоффе*, М.-Л.: Наука, 1965, с. 455.

¹² Екатерина Павловна Термен (Константинова), старшая сестра Б.П. Константинова и А.П. Константинова. Работала в Физтехе с 1923 г. После развода с Л.С. Терменом осталась в США, где умерла в доме для престарелых (Л.А. Колесникова, *К истории создания книги Б.П. Константинова, воспоминания, статьи, документы*, с. 9).

Терменом компания «обеспечивает уникальными охранными сигналами американских военных, предприятия военной промышленности, крупные фирмы. По просьбе самого Эйнштейна Лев Сергеевич активно участвует в настройке телефонной связи между США и СССР. Он информирован о стратегических планах, военном и промышленном потенциале США. И при этом продолжает оставаться гражданином СССР, встречается с согражданами и сотрудниками посольства. Налицо неиссякаемый источник разведывательных сведений и неограниченные возможности для их переправки в СССР»¹³. Позже Термен говорил в своем откровенном интервью «Московским новостям»: «Мои беседы с военными и с людьми американского военного бизнеса отнюдь не сводились к разговорам о музыке. Поверьте, я был неплохо информирован о планах американского политического Олимпа и из того, что мне стало известно, понял: не США, а страны фашистской оси — наш будущий военный противник. Такого же мнения придерживался начальник разведуправления РККА Ян Берзин, которого я знал, как Петерса. В июле 1938 г. Сталин расправился с ним»¹⁴.

С одной стороны, существует мнение, что Teletouch и Theremin Studio дали возможность создать в США торговые представительства СССР как «прикрытие» для работы советских разведчиков. И только этим и ограничивалась помощь Термена нашей разведке: «В некоторых публикациях (80–90 гг.) упоминалось о его (Л.С. Термена — *Примеч. автора*) якобы «шпионской работе» в Америке, этим хвастал и 90-летний Термен — мол, он был «резидентом ГРУ», «вторым Зорге» и т.п. В действительности же в Америке он общался с узким кругом людей искусства и местными социалистами, никаких контактов в деловом, правительственном или военном мире не имел, и только сам факт существования его и его патентов давал за границей «крышу» настоящим советским шпионам»¹⁵. С другой стороны, существует иное мнение о том, что Термен передавал информацию в разведуправление РККА. Известно, что он был членом клуба миллионеров США, и среди его знакомых были не только А. Эйнштейн, Дж. Гершвин, Б. Шоу, Чарли Чаплин, Рокфеллер, Форд, Дюпон и др., но и генералы Д. Эйзенхауэр (будущий президент США) и Л. Гровс (будущий руководитель Манхэттенского проекта)¹⁶. Вращаясь в таких кругах, добыть нужную для нашей разведки информацию было возможно.

Физико-технический институт, где Термен числился сотрудником, собирался снять его с «довольствия» еще в 1927 году: с 1 января 1927 года приказом № 302 за подписью зав. техническим отделом А.А. Чернышёва «прекращается дальнейшая выдача зарплаты Термену». Термен запросил продления командировки еще на один год и получил принципиальное согласие Луначарского. Иоффе также поддержал его просьбу. Выписка из протокола заседания Комиссии по научным заграничным командировкам от декабря 1927 года гласит: «Срок заграничной командировки Л.С. Термена продлить на один год, без права перевода валюты из СССР», то есть «за личный счет». Через полтора года, в мае

¹³ А. Сергеев, *Лев Термен: разведчик, ученый, музыкант*, «Русский предприниматель», 2(3), март-апрель 2002. <http://www.ruspred.ru/arh/02/33rr.html>.

¹⁴ Б.М. Галеев, *Легендарный Термен. Репрессированная наука*, Л.: Наука, 1991, с. 327–334.

¹⁵ Л. Вайнер, *Лев Термен: еще одно лицо из прошлого*, «Вестник», 3 (288), от 31 января 2002 г., Балтимор, США.

¹⁶ Ревич Ю. «Я обещал Ленину...». *Знание-сила* 8, 102–107 (2003).

1928 года, Лев Сергеевич прислал из Нью-Йорка на адрес Физико-технического института письмо-отчет — пять страниц плотного рукописного текста (Архив ФТИ). Он перечислил доклады и демонстрации: Германия, Мангейм — 7000 человек зрителей; Франция, Париж — 4350 человек; Англия, Лондон — 8250 человек; в Америке — (сложно сосчитать!) — более 11000 человек. Он сообщил о многочисленных публикациях о его концертах: в Англии около 260, во Франции — 210. В конце отчета Термен просит считать его пребывание за границей «уважительным». И снова Иоффе поддержал его просьбу, однако в постановлении заседания Комиссии по научным заграничным командировкам строго сказано: «В просьбе отказать. Предложить вернуться в СССР в 3-х месячный срок». На этом эта «командировочная история» не закончилась. Иоффе пытался через Главнауку добиться разрешения для Термена продлить командировку еще на полгода, но на этот раз ничего не получилось.

Е.К. Иорданишвили предпринял попытку прояснить некоторые обстоятельства жизни Термена в разные периоды жизни¹⁷. Он писал следующее: «... На пороге уже 1936 год. Термен в США около десяти лет. «Лимит» заграничной командировки превышен более чем в пять раз. Пора сделать попытку разобраться, хотя бы поверхностно, в его статусе, настроениях, отношениях с родиной, формальных и неформальных. Тем более что в 90-е годы на волне «демократической свободы слова» было сказано немало слов о связях Термена с КГБ, вплоть до прямого сотрудничества. Рассмотрим этот вопрос с чисто логических позиций.

Был ли Термен в этом своем качестве полезен своей стране — СССР? Безусловно, да. Причины ясны, повторять их нет смысла. Нужен ли был Термен НКВД или ГРУ как прямой агент? Безусловно, нет. Причины тоже ясны. Никаких политических или, тем более, военных секретов, из высших сфер американского культурного общества, в которых он вращался, добыть было невозможно по причине их отсутствия.

Был ли Термен полезен НКВД как умный и внимательный «очевидец-свидетель» процессов в этих кругах? Безусловно, да. Вращаясь в высших слоях общества, он достаточно тонко и полно чувствовал настроения тех, кто определяет политику своей страны. И не только внутреннюю.

К тому же Термен всегда подчеркивал свое советское-российское гражданство, публично заявляя о грядущем возвращении в СССР. Завершая эти рассуждения, можно сделать вывод — Термен был объективно полезен своей информацией, так же как полезны отчеты любого человека, командированного надолго в другую страну»¹⁸.

Но, «по-видимому, в Главнауке не знали о том, что, помимо научной работы, Термен выполнял в США задания разведывательного характера. Его основной задачей было понять, на чью сторону станет Америка в случае войны с Германией»¹⁹.

Термен работал над соединением музыки терменвокса с танцем: движения рук

¹⁷ Е.К. Иорданишвили, *Волны музыки (жизнь и «одиссея» Льва Термена)* в книге «Вместе со страной. Евреи Ленинграда–Петербурга в отечественной и мировой науке и технике». СПб: КАРО, 2003, с. 135–171.

¹⁸ Там же, с. 157.

¹⁹ В.В. Косарев, *Физтех, Гулаг и обратно (белые пятна из истории ленинградского Физтеха)* в сборнике «Чтения памяти А.Ф. Иоффе», 1990, с. 142.

исполнителя заменялись движением тела, которые изменяли емкость пластин конденсатора. Он пригласил на работу танцевальную группу и влюбился в солистку негритянского балета — Лавинию Уильямс. В 1936 году Лев Сергеевич развелся со своей женой Екатериной Константиновой и женился на Лавинии (браки были зарегистрированы в советском посольстве). «Трудно сказать, как сложилась бы судьба этого «смешанного брака», равно как и музыкальная карьера Термена в США. Другие события властно вторглись в жизнь Льва Термена и наиболее близкого ему человека — Лавинии Уильямс-Термен»²⁰.

Как только Термен зарегистрировал свой брак с темнокожей женщиной, перед ним закрылись двери многих домов в Нью-Йорке, что вызвало серьезное недовольство советской разведки. В 1938 году в конце лета «люди в штатском» пришли в квартиру Термена и сообщили, что его ждут на родине для «согласования и уточнения некоторых финансовых вопросов». У Лавинии, которая оказалась дома, создалось впечатление, что мужа увели насильно. На советском пароходе «Старый большевик» Термен прибыл в Ленинград. Несмотря на то, что ему было обещано, что жена приедет в СССР позже, больше Лавинию он не видел никогда. . . До конца 60-х годов в Америке Термен числился умершим, и в энциклопедических справочниках рядом с его фамилией стояли даты (1896–1938).

В Ленинграде Лев Сергеевич, прежде всего, пришел в Ленинградский Физтех, однако А.Ф. Иоффе встретил его более чем холодно²¹. Термен пытался разыскать родного брата своей первой жены Е.П. Константиновой — Александра, с которым был когда-то дружен, но не нашел²². Он не мог понять, в чем дело — давно не был в Советском Союзе и на родине оказался никому не нужен. Термен уехал в Москву, где в 20-е годы у него были могучие покровители — К. Ворошилов и, как упоминалось выше, Я. Берзин. Но Ворошилов отказал ему в личном приеме, а следов Берзиня, так же как и Александра Константинова, найти не удалось²³. Лев Сергеевич не мог устроиться на работу, жил случайными заработками.

В начале марта 1939 года Льва Термена арестовали, в августе Особое сове-

²⁰ Е.К. Иорданишвили, *Волны музыки (жизнь и «одиссея» Льва Термена)* в книге «Вместе со страной. Евреи Ленинграда–Петербурга в отечественной и мировой науке и технике». СПб: КАРО, 2003, с. 159.

²¹ В тот период у А.Ф. Иоффе были большие проблемы: во-первых, в стране проводилась кампания против «физических идеалистов», к которым были причислены Френкель, Тамм, Вавилов, Бронштейн, Шпильрейн и др., а также сам Иоффе. Во-вторых, в институте шли аресты: в 1936–1938 гг. арестованы 20 сотрудников из 42-х осужденных в разные годы. «Иоффе не арестовали ни тогда, ни позже. Видимо, его высокий международный авторитет и в целом лояльная позиция по отношению к властям спасли его от репрессий» [А.С. Сонин, *Черные дни академика Иоффе, Вестник РАН* 64 5, 448 (1994)].

²² Константинов Александр Павлович (1895–1937), радиофизик. Работал в ФТИ под руководством А.Ф. Иоффе, преподавал в ЛГУ и Военной электротехнической академии. В 1924 г. создал радиоэлектронную аппаратуру для определения разности долгот Гринвичской и Пулковской астрономической обсерваторий. Изобрел электрический сейсмограф для разведки полезных ископаемых. Расстрелян в 1937 г. по «пулковскому делу», реабилитирован посмертно. Принципы изобретенной им в 1930 г. телевизионной передающей трубки с накоплением зарядов используются в современном телевидении.

²³ Е.К. Иорданишвили, *Волны музыки (жизнь и «одиссея» Льва Термена)* в книге «Вместе со страной. Евреи Ленинграда–Петербурга в отечественной и мировой науке и технике». СПб: КАРО, 2003, с. 151.

щение при НКВД СССР приговорило его к восьми годам лагерей. Существует несколько версий, какое обвинение ему было предъявлено. По одной из них, Термен был осужден по статье 58-4 УК РСФСР «Оказание помощи международной буржуазии, которая не признает равноправия коммунистической системы, стремясь свергнуть ее, а равно находящимся под влиянием или непосредственно организованным этой буржуазии общественным группам и организациям в осуществлении враждебной против СССР деятельности». Согласно версии его дочери Натальи Термен, он обвинялся в подготовке убийства Кирова.

Сначала Термен отбывал срок в Магадане, где работал бригадиром строительной бригады. Тут он опять проявил себя — изобрел «деревянный монорельс», и гулаговцы стали возить тяжелые тачки не по грунту, а по деревянным желобам. Рационализаторские предложения Термена привлекли внимание администрации лагеря, и в 1940 году его перевели в конструкторское бюро ЦКБ-29 (туполевскую авиационную «шарашку» в Москве, которая после начала войны переехала в Омск). В «шарашке», где его ассистентом был Сергей Павлович Королев, Термен разрабатывал оборудование для радиоуправления беспилотными летательными аппаратами, радиолокационные системы, радиобуи для военно-морских операций и системы сигнализации и прослушивания.

В 1947 году Лев Сергеевич Термен был освобожден (реабилитирован в 1958 году), но остался работать в закрытых конструкторских бюро в системе НКВД.

Вместе с освобождением он был удостоен закрытой Сталинской премии за создание подслушивающей системы «Буря», считывающей вибрации стекла в окнах с помощью отраженного инфракрасного излучения (золотая медаль с изображением вождя и 200 тысяч рублей — стоимость двенадцати легковых автомобилей «Победа»). Берия, лично курировавший наиболее значительные разработки в «шарашках», не рискнул представить Термена (на момент представления к премии Термен еще был заключенным) на первую степень премии, ограничившись второй. Исправление внес сам Сталин, определив высшую, первую степень.

С другой разработкой Термена — эндовибратором «Златоуст», подслушивающим устройством без батареек и электроники — связана почти фантастическая история. Посол Америки в СССР Аверелл Гарриман во время экскурсии в пионерский лагерь Артек получил в подарок от московских пионеров резное панно из ценных пород дерева с изображением Герба США. После тщательной проверки спецслужбой посольства, подарок был повешен в кабинете посла над его рабочим столом. Однако через восемь лет спецбригада из Пентагона обнаружила внутри прослушивающее устройство без источника электропитания. Еще полтора года ушло на разгадку секрета: направленный высокочастотный луч из окна дома на противоположной стороне площади отражался мембраной, на частоту колебаний которой налагались искажения, вызванные голосами беседующих в комнате. Колебания мембраны в миллионные доли метра улавливались и дешифровались специальным приемным устройством. В настоящее время «Златоуст» хранится в музее ЦРУ в Лэнгли²⁴.

В 1948 году у Лева Сергеевича и его третьей жены, Марии Гущиной родились

²⁴ Лэнгли (англ. Langley) — невключенная территория (район) в округе Фэрфакс (штат Виргиния, США), где находится штаб-квартира Центрального разведывательного управления США.



Л.С. Термен (справа) и Б.П. Константинов. ФТИ (вероятно, юбилей ФТИ), 1968 г.

две дочери — Наталья и Елена Термен.

В 1964–1967 годах Термен работал в лаборатории Московской консерватории, по некоторым данным «на общественных началах». После публикации в газете «The New York Times» заметки о нем, Термен был уволен из консерватории и с трудом, по личному распоряжению академика Рэма Викторовича Хохлова, устроился на кафедру акустики физического факультета МГУ на должность механика 6-го разряда.

Энтузиаст науки не переставал удивлять свое окружение: в 85 лет получил диплом Университета марксизма-ленинизма (1981), а через десять лет Л.С. Термен вступил в Коммунистическую партию. Партбилет ему был выдан парткомом Московского госуниверситета им. М.В. Ломоносова. На вопрос, зачем он вступает в разваливающуюся КПСС, Лев Сергеевич отвечал: «Я обещал Ленину»²⁵. Он вновь обрел свободу передвижения, ездил во Францию, США, Нидерланды. Посетил и альма-матер — Физико-технический институт в Петербурге-Ленинграде. Этот визит описал участник того самого заседания Ученого Совета в 1988 году — Станислав Владимирович Ордин.

Скончался Лев Сергеевич Термен 4 ноября 1993 года, немного не дожив до своего столетия. Похоронен на Новокунцевском кладбище в Москве. «Несмотря на обилие публикаций и фильмов о Термене, многое в его жизни остается загадочным и противоречивым, не поддающимся объяснению с позиций обычного сознания. И кто знает, чем еще удивит нас Лев Сергеевич Термен, когда будут раскрыты тайны секретных архивов»²⁶. Во всяком случае, этот уникальный «человек из Физтеха», как и многие другие, оставил свой след и в науке, и в истории страны. Его имя внесено во все справочники и энциклопедии мира.

²⁵ А. Сергеев, *Лев Термен: разведчик, ученый, музыкант*, «Русский предприниматель», 2(3), март-апрель 2002. <http://www.ruspred.ru/arh/02/33rr.html>.

²⁶ Там же.

В завершение рассказа о знаменитом талантливом физтеховце Льве Сергеевиче Термене, в судьбе которого отразились многие известные и неизвестные стороны советской жизни, хочется отметить, что интерес к терменвоксу возрождается. В конце августа 2011 года в Москве прошел первый музыкальный фестиваль современной терменвокс-культуры.

Литература

Архив ФТИ им. А.Ф. Иоффе.

Белкин Ю., *Играя Глюка на вольтметре, Дилетант* 10 (22), 54–58 (2013).

Галеев Б.М., *Легендарный Термен. Репрессированная наука*, Л.: Наука, с. 327–334 (1991).

Иорданишвили Е.К., *Волны музыки (жизнь и «одиссея» Льва Термена)* в книге «Вместе со страной. Евреи Ленинграда-Петербурга в отечественной и мировой науке и технике», СПб: Изд-во «КАРО», с. 135–171 (2003).

Иоффе А.Ф., *О моей последней заграничной поездке*, Правда, 1928, 5 февраля, № 31 (3863).

Косарев В.В., *Физтех, Гулаг и обратно (белые пятна из истории ленинградского Физтеха)* в сборнике «Чтения памяти А.Ф. Иоффе», с. 105–178 (1990).

Сергеев А., *Лев Термен: разведчик, ученый, музыкант*, Аналитический журнал *Русский предприниматель*, 2 (3), март–апрель (2002).

<http://www.ruspred.ru/arh/02/33rr.html>.

Соминский М.С., *Абрам Федорович Иоффе* М.-Л.: «Наука», 1965, 643 с.

Сонин А.С., *Черные дни академика Иоффе*, *Вестник РАН* 64 (5), с. 448–452 (1994).

История отдела методологии науки ленинградского ФТИ

В.В. Косарев

На рубеже 20-х и 30-х гг. в ЦК ВКП(б) был принят план децентрализации физических исследований. В соответствии с ним и по инициативе А.Ф. Иоффе в 1929 году начал функционировать харьковский Физтех (УФТИ). Практически одновременно с УФТИ возникли физико-технические институты в Свердловске (ныне Екатеринбург), Томске и Днепропетровске. Все физико-технические институты находились тогда в ведении научно-исследовательского сектора (НИС) Наркомата тяжелой промышленности, во главе которого стоял Григорий Константинович Орджоникидзе (партийное прозвище Серго). Возглавлял НИС Николай Иванович Бухарин, неоднократно бывавший в ЛФТИ и посещавший квартиру Иоффе, где тот жил с 1923 года, когда институт получил в свое распоряжение здание, которое в настоящее время является Главным зданием ФТИ.



Н.И. Бухарин

В 1925 году «для осуществления партийного влияния на ученых» райком ВКП(б) направил в Физтех Владимира Николаевича Глазанова, который в течение довольно долгого времени оставался единственным членом ВКП(б) среди научных сотрудников. Вначале он работал в должности старшего инженера, а в 1926 году стал научным сотрудником. Дипломную работу по новым методам определения места повреждения кабелей и защиты от перенапряжений Глазанов выполнил под руководством профессора А.А. Чернышёва. В июне 1928 года Глазанов получил диплом инженера-электрика, после чего был назначен руководителем высоковольтного отдела Электрофизического института, вошедшего

Публикуется в продолжение темы, заявленной автором на XX ежегодной Конференции СПб Отделения Российского Национального комитета по истории и философии науки и техники, СПб. 1999 (*Наука и техника: вопросы истории и теории*, Выпуск XV, с. 83).



В.Д. Салтыкова и В.Н. Глазанов

П.А. Богдзевич

в Комбинат физико-технических институтов. Позже он стал заместителем директора Электрофизического института, а в ноябре 1928 года был утвержден в должности сверхштатного ассистента ЛПИ, где преподавал одновременно с работой в Электрофизическом институте. Глазанов знал несколько иностранных языков, и осенью 1930 года был командирован в США, откуда вернулся в 1931 году. В том же году он завел семью, вступив, как это было тогда принято тогда, в гражданский брак с Валентиной Дмитриевной Салтыковой, работавшей в Смольном.

В декабре 1930 г. в докладе «О положении на философском фронте» Сталин дал указание «разворошить и перекопать весь навоз, который накопился в философии и естествознании». ЦК ВКП(б) принял решение: для укрепления влияния партии на «буржуазных специалистов», а также контроля за их деятельностью создать в научных институтах кабинеты диалектического материализма и отделы методологии. При ЦК ВКП(б) организовали специальный философский семинар для аспирантов-ассистентов институтов Тяжпрома. От ФТИ туда вошли молодые выдвиженцы Павел Антонович Богдзевич (председатель месткома) и Константин Иванович Чистяков (секретарь партийной ячейки). Они поддерживали связь с НИС Тяжпрома и должны были отчитываться о своей учебе непосредственно перед ЦК [1].

С декабря 1930 г. в ФТИ стали проходить семинары по философии, которые вела специально приглашенная в Физтех молодая женщина-философ Татьяна Николаевна Горнштейн, только что окончившая Высший институт народного образования (ныне Киевский национальный университет им. Тараса Шевченко) и философское отделение аспирантуры при АН УССР. Она приехала в Ленинград вместе с мужем Иосифом Абрамовичем Вайсбергом, который стал сначала старшим преподавателем, а затем заведующим кафедрой философии в Военно-медицинской академии. Одновременно он был старшим научным сотрудником Ленинградского отделения Института философии АН СССР, опубликовал ряд статей по философским проблемам биологии.

Они жили на улице Достоевского в доме № 30, в одной комнате коммунальной квартиры, тем не менее у них там постоянно бывало много интересных и значимых людей того времени. Татьяна Горнштейн была красивой, высокой, темноволосой женщиной, обладавшей особым «киевским шармом». С.М. Ки-



И.А. Вайсберг

ров, умевший ценить таких женщин, назначил ее директором Университета культуры выходного дня для партактива. В числе ее личных знакомых были и Николай Бухарин, направивший ее на работу в Физтех, и даже Владимир Маяковский. С Маяковским она познакомилась на вечере-встрече в доме отдыха, где за ней безуспешно пытался ухаживать один молодой человек. Он послал Маяковскому следующую записку: «Владимир Владимирович, скажите Тане Горнштейн, что я жду ее у фонтана». Маяковский прочитал эту записку вслух, а затем сказал: «Таня! Я жду вас сегодня у фонтана». Так состоялась их встреча, запомнившаяся ей на всю жизнь. Татьяна Николаевна рассказывала впоследствии немало подобных историй [2].

Татьяна Горнштейн проработала в ФТИ всего полгода, но вспоминала об этих семинарах впоследствии, как о лучшем времени своей жизни. На них ходили не только ассистенты-аспиранты, но и известные впоследствии научные сотрудники, в том числе молодой физтеховский теоретик Лев Эмануилович Гуревич, только начинавший тогда свою научную карьеру (он был ровесником Горнштейн, в 1930 году им было по 26 лет). Лев Эмануилович впоследствии стал большим другом Татьяны Николаевны. Запомнилось ей и посещение ее семинара гостившим в Физтехе П.С. Эренфестом. По ее словам, Эренфест так заинтересовался обсуждением философских проблем физики, что высказал желание и в дальнейшем поддерживать с ней философскую связь. Недолго думая, она на это ответила, что готова поддерживать с ним физическую связь. Аудитория прыснула от смеха, а Эренфест, стараясь ликвидировать возникшую неловкость, сказал, что он, видимо, не достаточно хорошо знает русский язык, чтобы понять всю пикантность этой игры слов [1].

Отдел методологии науки Физико-технического института начал свое существование в марте 1931 года, когда на должность «красного» замдиректора ФТИ по научной части был назначен Лазарь Моисеевич Рубановский. В мае того же года туда пришел Юрий (Георгий) Петрович Шеин, который после женитьбы на Елене Генриховне Липман принял фамилию Шеин-Липман, а в октябре пришел Иван Петрович Селинов-Драгунов, начавший исполнять обязанности секретаря отдела. Поскольку Селинова интересовала начавшая тогда бурно развиваться ядерная физика, то именно по его инициативе на заседании отдела было составлено письмо в ЦК ВКП(б) и первому секретарю Ленинградского



Л.Э. Гуревич



Д.З. Будницкий

обкома партии С.М. Кирову о необходимости создания в Физтехе группы по исследованию атомного ядра. Этой тематикой в ФТИ в то время занимались только Дмитрий Владимирович Скобельцын как экспериментатор и теоретики Д.Д. Иваненко и Г.А. Гамов (недавно вернувшийся со стажировки в копенгагенской лаборатории Нильса Бора).

Партийное руководство отреагировало на письмо из Физтеха прежде всего кадровыми перемещениями. В феврале 1932 года Рубановский стал заведующим кабинетом диалектического материализма, а Шеин-Липман возглавил отдел методологии. В марте распоряжением Бухарина на должность заместителя директора по научной части был назначен Даниил Зельманович Будницкий, член партии с 1928 года, работавший ранее в Госиздате и Электрофизическом институте и имевший уже опыт администратора (год до этого Будницкий руководил физико-механической лабораторией Теплофизического института). В мае 1932 года Рубановского в кабинете диамата сменил Селинов, а в ноябре в ФТИ начал работать семинар по ядерной физике. Первые три лекции по теории ядра прочел Гамов. Скобельцын сделал два доклада о космических лучах. В декабре 1932 года в ФТИ вышел приказ А.Ф. Иоффе о создании «особой группы по ядру». Руководителем группы стал сам Иоффе, а его заместителем — И.В. Курчатова. В это же время Рубановский ушел из Физтеха, и Бухарин вскоре направил на его замену другого заместителя директора — Сергея Федоровича Васильева, по образованию химика и философа. Кроме того, поручение курировать эти исследования было дано сокурснику И.Е. Тамма по Эдинбургскому университету Борису Михайловичу Гессену, занимавшему тогда пост директора Физического института МГУ. Гессен окончил Петроградский университет и Институт красной профессуры и помимо административно-научной работы занимался также историей физики и методологией науки¹. Непосредственное участие в этих работах стал принимать также и Будницкий.

В начале 30-х годов в партийных кругах возникла тяга к смягчению жесткой насильственной политики, и 1934 год стал временем определенной политической «оттепели» [3]. Отношение к Сталину со стороны недавних соратников по партии ухудшалось, и он пошел на некоторые послабления. В этом отноше-

¹ Избран членом-корреспондентом Академии наук СССР по Отделению общественных наук (философия) 1 февраля 1933 г.



Б.М. Гессен

нии показательна история Мартемьяна Никитича Рютин, который в 1924–1927 годах активно поддерживал Сталина в его борьбе с Л.Д. Троцким, но затем в 1928 году, как и многие партийные работники, не принял сталинскую политику насильственной коллективизации, Голодомора и индустриализации любой ценой, поэтому попытался объединить оппозиционные силы, провозгласив создание «Союза марксистов-ленинцев». В сентябре 1932 года Рютин был арестован, Сталин требовал его расстрела. Однако еще Ленин предупреждал своих последователей против вынесения смертных приговоров членам правящей партии большевиков, ссылаясь на печальный опыт Французской революции, которая «пожирала своих детей». Советская власть долго не нарушала этого ленинского завета. (Даже Троцкий был только выслан из СССР в 1929 году, и эта возможность стала для него счастливой альтернативой аресту².) В результате 11 октября 1932 г. коллегией ОГПУ Рютин был приговорен лишь к 10 годам тюремного заключения по обвинению в создании контрреволюционной организации³.

Сталин понимал, что если «оттепель» продлится долго, то его могут сменить на более умеренного политика, такого как С.М. Киров. Сталин был заинтересован в том, чтобы одним ударом покончить с оттепелью и установить свою единоличную власть, начав массовые репрессии против недовольных его политикой [3]. (При этом диктатура в стране уже была — это «диктатура пролетариата», а точнее партии большевиков).

Поводом для раскручивания красного террора в РСФСР стали два покушения в один день, 30 августа 1918 г.: Фани Каплан стреляла в Ленина, а Леонид Иоакимович Каннегисер⁴ убил председателя Петроградской ЧК Моисея Соломоновича Урицкого [4]. В ответ Ленин объявил нравственным все, что полезно революции, а Л.Д. Троцкий сформулировал термин «красный террор» как «орудие, применяемое против обреченного на гибель класса, который не хочет

² Л.Д. Троцкий был смертельно ранен 20.08.1940 г. в Мехико агентом НКВД Р. Меркадером.

³ М.Н. Рютин 10.01.1937 г. приговорен к ВМН и расстрелян в тот же день.

⁴ Юнкер Михайловского артиллерийского училища, в ночь с 25 на 26 октября 1917 г. защищавший Временное правительство. Кроме того, Каннегисер был студентом Петроградского политехнического института, поэтом, близким другом Сергея Есенина и Марины Цветаевой. Каннегисер не знал о том, что Урицкий, единственный на заседании коллегии 19 августа 1918 г., голосовал против предоставления ПЧК права расстрелов без суда, а также пытался 21 августа предотвратить расстрел Владимира Перельцевейга, близкого друга Каннегисера.

погибать». Орган Петросовета, газета «Красная газета», комментируя убийство Урицкого, писала: «На единичный террор наших врагов мы должны ответить массовым террором... За смерть одного нашего борца должны поплатиться жизнью тысячи врагов» [5].

Бухарин и Нарком внутренних дел Г.И. Петровский требовали принять меры по ограничению «произвола организации, напичканной преступниками, садистами», Л.Б. Каменев предлагал упразднить ВЧК, но им возражал Ленин [6]. По мере того, как Советская власть становилась все более тоталитарной, большевистская партия все очевиднее становилась жертвой того, что она создала в 1917 году, а советская тайная полиция все больше прибирала все вокруг к своим рукам, террор превращался в самоцель, и бесстрашных революционеров сменяли матерые, распущенные и аморальные палачи [7].

Сталину подходящий повод представился 1 декабря 1934 г., когда был убит С.М. Киров. Так же, как нет доказательств того, что в Ленина стреляла именно Каплан, так нет и точных свидетельств, что в Кирова стрелял именно Леонид Николаев. Очень быстро были уничтожены как сами подозреваемые, так и их родственники, просто общавшиеся с ними люди. Когда Николаева уводили на расстрел, он заявил, что ему обещали сохранить жизнь в случае, если он оговорит своих знакомых, и что его жестоко обманули [8]. Далее число репрессированных начало расти, как снежный ком. По данным председателя КГБ Александра Николаевича Шелепина, с 1 января 1935 г. по 1 июля 1941 г. — около 20 млн. арестованных и 7 млн. расстрелянных [9].

Шейн-Липман стал первым из арестованных физтеховцев в начале 1935 года. Он был обвинен по статье 58–11⁵ как активный участник «троцкистско-зиновьевской оппозиции». Осужден 10 февраля 1935 г. Особым совещанием (ОСО) НКВД на 5 лет концлагеря. Направлен в Ухтпечлаг НКВД в г. Чибью⁶. Сразу после его ареста Бухарин отозвал Васильева и Будницкого из Физтеха. Иоффе подписал приказы № 7 и № 8 об освобождении их от работы 27.01.35 г. Это означало, по сути, ликвидацию методологического отдела ФТИ, т.к. единственный оставшийся в ФТИ его сотрудник, И.П. Селинов, еще ранее, с февраля 1934 года, был отстранен от работы в отделе. Причиной отстранения стало то, что при проверке его анкетных данных выяснилось — его мать, с которой он не виделся с годовалого возраста, была дворянкой, дочерью генерала Журавлева. Кроме того, Селинов в анкете указал комсомольский стаж с 1928 года, когда он на самом деле стал лишь кандидатом. Поскольку Селинов имел не только философское образование, но и физическое, он перешел на работу в группу И.В. Курчатова. Однако в мае 1935 года он был исключен из комсомола и уволен из института. В отличие от многих других, в октябре 1935 года ему удалось восстановиться в ВЛКСМ, а затем и в ФТИ.

Напрямую с убийством Кирова был связан арест аспиранта Физтеха Аркадия Михайловича Погарского, который по окончании физико-механического факультета ЛПИ был зачислен (13.12.33 г.) в группу Скобельцына. Дело в том,

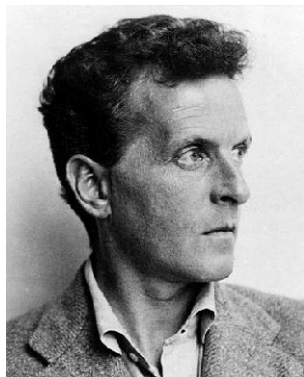
⁵ Всякого рода организационная деятельность, направленная к подготовке или совершению предусмотренных в настоящей главе контрреволюционных преступлений, приравнивается к совершению таковых.

⁶ Включен 21.06.36 в расстрельный список 1-й категории по ЛО. На первой странице списка подписи: «Приветствую. Каганович. Молотов», расстрелян 11.10.36 г.

что одним из первых обвиняемых на процессе, связанным с убийством, проходил однокашник Погарского, Иван Иванович Котолынов, с которым они вместе учились и часто встречались по работе в партбюро ЛПИ. Котолынов был членом партии с 1921 года и занимал руководящие посты в комсомоле, был даже членом Исполкома Коммунистического интернационала молодежи (КИМ), а в 1925 и 1926 годах командировался в качестве представителя КИМ в Германию и Австрию. Погарский был искренне поражен причастностью своего близкого знакомого к громкому убийству и поделился переживаниями с коллегой по ФТИ, также хорошо знавшим Котолынова. Как и многих в то время, Погарского поражало то, как ловко разоблачаемые «враги народа» проникали в высшие эшелоны власти и умело прикидывались партактивистами. Коллега долго его утешал, а потом написал в партком Физтеха заявление, в котором обвинял Погарского в «сочувствии расстрелянному врагу народа». Последовал разбор заявления на партбюро и затем на общем собрании парторганизации. Здесь была высказана мысль о том, что Погарский, по-видимому, является оставшимся на свободе и еще неразоблаченным членом «террористической организации Котолынова». Для того чтобы самим не быть обвиненными в потери бдительности, коллеги Погарского сочли необходимым скорее, еще до его ареста, исключить его из партии. Никакие заверения Погарского не могли убедить его вчерашних товарищей в абсурдности обвинений. Он был исключен и из партии, и из аспирантуры Физтеха. Погарский пробовал доказать свою правоту и дошел до КПК при ЦК ВКП(б), но там лишь подтвердили исключение с формулировкой «за притупление бдительности, выразившееся в личном знакомстве с врагом народа и выражении ему сочувствия». Из поездки в Москву, в КПК, Погарский вернулся 6 апреля 1935 г., а 16 апреля уже был арестован. Этому он, как и многие другие, был даже рад, по наивности надеясь, что уж в НКВД-то во всем разберутся. Следствие, действительно, было недолгим. Оно состояло из очной ставки с сотрудником, написавшим на него донос, и сбора характеристик. В конце следствия следователь откровенно сказал Погарскому, что характеристики у него хорошие, но «надо же кому-то отвечать за убийство Кирова». В августе 1935 г. его известили в тюрьме, что решением ОСО НКВД он приговорен к 5 годам ИТЛ по ст. 58–10⁷ за «контрреволюционную деятельность». В результате Аркадий Михайлович провел в районе Воркуты, в лагерях НКВД и в ссылке, в общей сложности 19 лет [1].

Ранним воскресным утром 24 сентября 1935 г. в квартире Горнштейн зазвонил телефон, трубку снял Иосиф Абрамович: «Таня, это тебя, говорят по-английски», — позвал он жену. Звонивший назвал себя: «Людвиг Витгенштейн». Это был знаменитый австрийский философ, одну из работ которого Татьяна осмелилась покритиковать в какой-то своей статье. Поэтому Витгенштейн захотел познакомиться с ленинградским философом. Договорились о встрече, и в тот же день он появился в их доме. Вот, что она рассказывала об этой встрече: «Большой спорщик, он затеял со мной пылкую дискуссию на близкие мне в науке темы. Зашел разговор о его текстах, которые записывались им в отдельные тетради. Я сказала, что мне очень интересно познакомиться хотя бы с одной из

⁷ «Пропаганда или агитация, содержащие призыв к свержению, подрыву или ослаблению Советской власти».



Л. Витгенштейн

этих тетрадей. Неожиданно для меня он предложил выслать мне одну из них. И действительно, вскоре после его отъезда я ее получила, к сожалению, не помню какую, кажется, желтую (они различались по цвету и соответственно назывались: «синяя», «желтая» и т.д.). Тетрадь пришла незадолго до ареста и чудом не попала в изъятые при обыске рукописи, сохранившись у родственников» [2,10].

Татьяну Николаевну Горнштейн арестовали 25 апреля 1936 г. с обвинением в «контрреволюционной троцкистской деятельности», которой она якобы занималась в ФТИ и Университете культуры. Полгода она провела в одиночной камере, не подписав никаких признаний. За это время она выучила итальянский язык по книге «Божественная комедия» Данте, которую ей принесли в камеру в ответ на затребованный ею список книг на русском, немецком и французском языках. В конце концов, решением ОСО при НКВД ее осудили на 5 лет ИТЛ и отправили на Колыму, в Эльгенский лагпункт Севвостлага, где она работала на лесоповале, а после освобождения была определена на «вечное поселение» в Магадан. Еще в заключении она встретила с революционеркой Александрой Львовной Соколовской⁸, первой женой Л.Д. Троцкого. Эта женщина очень понравилась Татьяне Николаевне, но общаться с ней для всех заключенных было небезопасно. Там же она встретила Евгению Гинзбург, их судьбы были во многом схожи [11].

Мужа Т.Н. Горнштейн — И.А. Вайсберга, арестовали 11 июля 1936 г. Выездной сессией Военной коллегии Верховного суда СССР (ВК ВС СССР) 28 декабря 1936 г. он был осужден по ст. 17–58–8⁹, 58–11 УК РСФСР на 10 лет тюрьмы. Отбывал срок в Соловках, он содержался в Савватьевском специзоляторе; 9 октября 1937 г. Особой тройкой УНКВД ЛО приговорен к высшей мере наказания¹⁰. Татьяна Николаевна после освобождения в 1941 г. работала санитаркой больницы в Магадане. Там она вторично вышла замуж, родила дочь Людмилу и, не получив разрешения, увезла дочку во Владимир. Здесь продолжила занятия

⁸ После революции А.Л. Соколовская возглавила комсомольскую газету, работала в Смольном, позже — завучем в Петришуле, сблизилась с Н.К. Крупской. Продолжала переписываться с бывшим мужем. Арестована 11.12.1934 г., 10.02.1935 г. приговорена ОСО НКВД к 5 годам, а 01.07.1936 — к 5 годам ИТЛ. В 1937 году этапирована в Москву, осуждена ВК ВС СССР, 29.04.1938 г. приговорена к расстрелу.

⁹ Террористические акты, направленные против представителей советской власти.

¹⁰ Вывезен с Соловков на материк и расстрелян 2 ноября 1937 г. в урочище Сандармох.



А.Л. Соколовская и Л.Д. Троцкий

философией, работая при этом санитаркой в местной больнице. Родственники переслали ей сохраненную тетрадь Витгенштейна, и она успела сделать более половины перевода текста. Но в 1949 году она, так же как и Евгения Гинзбург, была арестована снова. Когда она увидела, что за ней идут, то спрятала тетрадь и все свои записи в архив историй болезней. В тюрьме объявила голодовку, и была в результате отправлена на поселение в г. Ачинск Красноярского края. После смерти Сталина она нелегально приехала в Москву, где начала работать в Институте истории естествознания и техники. Будучи уже реабилитированной в 1956 году, вернулась в Ленинград, где снова продолжила занятия философией [12].

К Витгенштейну¹¹ в это время проявляли большой интерес, и рассказ о встрече с ним, а особенно о спрятанной тетради, поражал воображение, поскольку нашлись уже четыре тетради. Известно, что всего их было пять — пятая оказалась «похороненной» в медицинском архиве Владимирской больницы. Ректор Ленинградского университета А.Д. Александров хотел снарядить официальную группу для поисков тетради, но ездили во Владимир одни энтузиасты и, к сожалению, их усилия закончились безрезультатно [2].

Сергей Федорович Васильев 23.08.1936 г. был исключен из партии как бывший эсэр, а вскоре (29.08.1936) были арестованы участники философского семинара — Павел Антонович Богдзевич, Константин Иванович Чистяков и младший научный сотрудник ФТИ Иван Алексеевич Максимов. В сентябре 1936 года арестовали и Д.З. Будницкого, а в декабре — С.Ф. Васильева. Богдзевич писал о своей судьбе после ареста: «Мне было предъявлено обвинение в том, что этот

¹¹ Людвиг Витгенштейн умер в Кембридже 29.04.1951 г.



Е.С. Гинзбург



А.Д. Александров

семинар являлся к/р организацией. После многих попыток свидания с прокурором следователь предъявил мне уже подписанную Чистяковым формулировку, предложив подписать и мне, заверяя, что в случае подписания меня переведут в общую камеру, где я смогу написать заявление прокурору. Я подписал, но свидания с прокурором так и не добился. Через несколько дней (15 октября 1936 г.) меня вызвали в кабинет и зачитали постановление Особого Совещания НКВД о том, что я как враг народа по ст. 58–10 проговариваюсь к 5 годам ИТЛ» [1].

Вскоре после арестов Будницкого, Богдзевича, Васильева, Максимова и Чистякова был арестован (15 октября) и Владимир Николаевич Глазанов. Его жена В.Д. Салтыкова в это время как раз ждала ребенка. Это обстоятельство использовал следователь Киселев, который пытался ее запугать по телефону чтобы заставить ее мужа подписать признание. Уже после суда в пересыльной тюрьме «Кресты» Глазанов встретился с Будницким, который, по его словам, на коленях просил у него прощения за то, что вынужден был подписать протокол с показаниями на Глазанова. Поскольку Будницкий продержался дольше Богдзевича, быстро согласившегося подписать признание, он был осужден значительно позже, 23 декабря Военной Коллегией Верховного Суда (ВК ВС), вместе с Васильевым, Чистяковым, Глазановым и Максимовым за «активное участие в троцкистско-зиновьевской организации». Осужденный тремя днями раньше Б.М. Гессен¹² в тот же день был расстрелян. Будницкий, Васильев и Чистяков¹³ получили по статьям 17–58–8–11 срок 10 лет ИТЛ, а Глазанов и Максимов — 8 с конфискацией всего «лично принадлежащего им имущества». В приговоре Глазанову значилось участие в «контрреволюционных сборищах» («сборищами» были семинары и вечеринки с участием А.Ф. Иоффе, И.В. Курчатова, А.И. Шальникова, В.Н. Кондратьева, Ю.Б. Харитона и др.), подбор в институт «троцкистских кадров», «сокрытие того факта, что одна его знакомая хранила троцкистскую литературу». Формулировки взяты из письма В.Н. Глазанова генеральному прокурору. Ленинградскую квартиру у них отобрали, конфисковали имущество, жену Валентину Дмитриевну с восьмимесячным ребенком отправили в ссылку в Казахстан на железнодорожную станцию Ак-Булак. Малыша ей

¹² Гессен был осужден по тем же статьям 58–8–11.

¹³ ОСО УНКВД ЛО 25 ноября 1937 г. приговорен по статьям 58–10–11 к ВМН. Расстрелян в г. Ленинград 8 декабря 1937 г.

удалось оставить родителям в Тамбове, а сама она выбралась из Ак-Булака только через три года [12]. Приговор Глазанову был отменен ВК ВС в 1955 году.

Л.С. Рубановский еще до этого считался сторонником Зиновьева и тоже мог оказаться «участником» так называемой «зиновьевской оппозиции», поэтому понимал, что тучи над ним сгущаются, и в любой момент может последовать арест. Поэтому, когда он получил назначение в г. Ташкент, то не взял с собой жену, В.Г. Самсонову, а велел ей оставаться в Ленинграде в физтеховской квартире на Ольгинской улице. Через некоторое время ее вызвали в НКВД и сообщили, что ее муж исчез — его одежда была найдена неподалеку от реки, и все выглядело как самоубийство, но тело не было обнаружено. НКВД больше всего волновал вопрос: не скрылся ли он за границу как Б.Г. Бажанов¹⁴, В.Г. Кривицкий¹⁵, А.М. Орлов¹⁶, Ф.Ф. Раскольников¹⁷ или Г.С. Люшков¹⁸, для отвода глаз, инсценировав самоубийство. Такой вариант бегства был бы шансом для человека, хорошо понимающего происходящее, однако его выбирали немногие. Для убежденных коммунистов, которые не допускали для себя иной возможности политической жизни кроме членства в ВКП(б), естественнее было реальное самоубийство. Именно так поступили Михаил Томский и Серго Орджоникидзе. Жена Рубановского, зная его настроения, также была уверена в реальности самоубийства.

В августе 1936 года в ходе судебного процесса «Антисоветского объединенного троцкистско-зиновьевского центра» Г. Зиновьев и Л. Каменев неожиданно для многих стали давать показания о причастности Михаила Томского, Алексея Рыкова и Николая Бухарина, якобы создававших «правый блок», к контрреволюционной деятельности, и 22 августа А. Вышинский заявил, что Прокуратура начала расследование в отношении этих лиц. Прочитав сообщение об этом, опубликованное в газете «Правда», Томский застрелился у себя на даче в подмосковном поселке Болшево.

В январе 1937 года, во время Второго московского процесса, против Бухарина вновь были выдвинуты обвинения в заговорщической деятельности, и ему была устроена очная ставка с арестованным К.Б. Радеком. В прессе и на партийных собраниях началась активная критика и травля Бухарина, и он, предчувствуя неладное, написал письмо Орджоникидзе, с которым его связывала старая дружба и совместная работа в Наркомате Тяжпрома. Бухарин просил его в случае чего помочь жене и годовалому сыну. На февральско-мартовском пленуме ЦК 1937 года Орджоникидзе намечался основным докладчиком по вопросу «о вредительстве, диверсии и шпионаже японо-немецко-троцкистских агентов», но Серго не смог вынести всего происходившего произвола и за пять дней до

¹⁴ Секретарь Политбюро ВКП(б), помощник И.В. Сталина по делам Политбюро (1923–1927), бежавший на Запад в 1928 году.

¹⁵ Урожд. Самуил Гершевич Гиинзберг; сотрудник разведки. Невозвращенец, обратился за политическим убежищем в 1937 г. во время репрессий в среде РККА и НКВД.

¹⁶ Урожд. Лейба Лейзерович Фельдбин; сотрудник разведки. Невозвращенец, бежал из Испании в США в 1938 г.

¹⁷ Урожд. Ильин; командующий Волжской флотилией, Балтийским флотом (1920–1921), участвовал в подавлении Кронштадтского восстания, с 1921 г. советский дипломат. Невозвращенец, бежал из Болгарии во Францию в 1938 г.

¹⁸ Опасаясь ареста, бежал в Маньчжурию, разоблачал методы НКВД, готовил реальное покушение на Сталина.



Серго Орджоникидзе

февральско-мартовского Пленума его не стало. (По официальной версии с ним случился инфаркт, однако есть ряд свидетельств, что Серго застрелился.)

Для вынесения решения «по делу Бухарина и Рыкова» была образована комиссия пленума в составе 35 человек под председательством А.И. Микояна. Поскольку Ленин в письме канцлеру Веймарской республики в 1922 году называл Бухарина своим сыном, то в комиссию были включены Н.К. Крупская и М.И. Ульянова. Комиссия высказалась за исключение Бухарина и Рыкова из кандидатов в члены ЦК и из рядов партии. За предание их суду военного трибунала с применением расстрела выступили Н.И. Ежов, С.М. Буденный, Д.З. Мануильский, Н.М. Шверник, А.В. Косарев¹⁹ и И.Э. Якир²⁰. За предание суду без применения расстрела выступили П.П. Постышев²¹, М.Ф. Шкирятов, Н.К. Антипов²², Н.С. Хрущёв, К.И. Николаева, С.В. Косиор²³, Г.И. Петровский и М.М. Литвинов. Сам Бухарин, в своей речи 23 февраля на пленуме ЦК заявил, что в НКВД подследственных вынуждают оговаривать самих себя и товарищей по партии, на что Сталин ему ответил: «Клеветать на себя и товарищей это преступление! Вот мы тебя туда направим, там сам и разберешься». Предложение И.В. Сталина «направить дело Бухарина-Рыкова в НКВД» поддержали М.И. Ульянова, Н.К. Крупская, И.М. Варейкис²⁴, В.М. Молотов, К.Е. Ворошилов, и оно прошло единогласно²⁵.

Узники 1936 года продолжали пополнять основанный еще при Ленине в 1921 году Соловецкий лагерь особого назначения (СЛОУ), более чем на 20 километров удаленный от материка. Заключенных доставлял туда в трюме пароход «Глеб Бокий», названный по имени начальника ленинградского ОГПУ, сменившего на этом посту М.С. Урицкого. В его трюмах немало людей задохнулось,

¹⁹ Первый секретарь ЦК ВЛКСМ, 23.02.1939 года расстрелян по приговору ВК ВС в Лефортовской тюрьме.

²⁰ 10.05.1937 года назначен на должность командующего Ленинградским военным округом, а 28.05.1937 арестован, присутствием ВС СССР приговорен к ВМН.

²¹ Один из организаторов репрессий, расстрелян 26.02.1939 года в Бутырской тюрьме.

²² 27.04.1935 года назначен зам. Председателя СНК СССР, а 21.06.1937 арестован и 28.07. 1938 года ВК ВС СССР приговорен к расстрелу.

²³ 3.05.1938 года арестован и 26.02.1939 года ВК ВС приговорен к расстрелу.

²⁴ Первый секретарь Далькрайкома ВКП(б), 29.07.1938 года расстрелян по приговору ВК ВСССР на полигоне НКВД «Коммунарка».

²⁵ Бухарин расстрелян по приговору ВК ВС на полигоне НКВД «Коммунарка».



И.А. Максимов

другие, по свидетельству побывавшего на Соловках с 1928 по 1931 год будущего академика Д.С. Лихачева, отделялись переломами костей и кровавым поносом.

Когда Будницкий, Богдзевич, Васильев, Глазанов, Максимов и Чистяков попали на Соловецкий архипелаг, там, в помещении монастырской крепости — Кремля, параллельно со СЛОНом существовала Соловецкая тюрьма особого назначения (СТОН). Сначала срок заключения они все отбывали вместе, затем в 1939 г., когда СЛОН уже не мог вместить миллионы репрессированных по стране, уцелевшие там заключенные, в том числе Глазанов и Максимов, на пароходе «Буденный» были отправлены в Норильск. В Норильске, по словам А.М. Погарского, И.А. Максимов полумертвым был «актирован» (т.е. освобожден по акту), после чего приехал в Горьковскую область к родным, но никто его не принял, и он умер при зимних перевозках из одной больницы в другую.

Глазанов также вскоре почувствовал отчаяние и свой близкий конец, но ему повезло. Однажды он решил ночью уйти на мороз и замерзнуть. Выручили и притащили обратно хватившиеся его товарищи. На другой день они через вольнонаемного передали директору строительства Норильского комбината А.П. Завенягину, что среди заключенных есть знающий физик и изобретатель, который обморозился и попал в больницу. Глазанова подлечили, и Завенягин вызвал его к себе. Первое, на что обратил его внимание Глазанов, это на отсутствие надлежащего контроля за работой электростанции и энергоагрегатов. Завенягин дал «добро» на создание энерголаборатории, и Глазанов был расконвоирован и быстро сколотил неплохой штат из многочисленных специалистов-заключенных. Лаборатория, начав действовать, обнаружила отсутствие надежного защитного заземления машин и сооружений, поскольку мерзлый грунт, на котором шло строительство, очень плохо проводил электричество. Даже на построенных домах и других объектах не было надежных громоотводов. Глазанов предложил делать заземление на дне глубоководных озер [14, с. 190], где легче добраться до обычного грунта. Второй серьезной работой Глазанова было создание метода размораживания грунтов. До него грунт отогревали кострами, и такой способ был, естественно, малоэффективен. Глазанов же предложил разогревать землю изнутри электрическим током. Обе его работы вошли в кандидатскую диссертацию по теме: «Электропрогрев грунта и заземление в районах

Крайнего Севера - вечной мерзлоты». Завенягин разрешил ему, еще заключенному, уехать на ее защиту в Москву. Здесь в Энергетическом институте, директором которого был давний друг Глазанова Г.М. Кржижановский, 22.12.43 г. состоялась защита его диссертации с участием известных энергетиков А.В. Винтера, А.Н. Круга и др. Квалификационная комиссия единогласно проголосовала «за». В это время ему удалось встретиться после шести лет разлуки со своей женой. Однако затем ему пришлось снова вернуться в Норильск и продолжить там свою работу. Приходилось решать массу проблем, которые вставали перед строительством. Так, на руднике надо было убрать верхние породы, чтобы дойти до рудоносной массы. Решено было сделать это при помощи взрыва. Для максимальной эффективности несколько взрывов должны были следовать один за другим через считанные доли секунды. Таких таймеров на строительстве не было, и Глазанов разработал их сам, используя свободное падение тел внутри стеклянной трубки с электроконтактами.

Богдзевич до лета 1937 года находился в лагерных бараках неподалеку от Кремля, затем его перевели на остров Анзер Соловецкого архипелага. Там он некоторое время жил в штрафном поселении на горе Голгофе, затем снова на большом острове принимал участие в строительстве овощехранилища и военного городка. Однажды их заставили перекапывать песчаный холм возле Онуфриевской церкви и извлекать из гробов различные ценности.

Однажды Богдзевич получил пять суток карцера за то, что оставил на кровати мыло. Карцер помещался в скиту Савватия Соловецкого на Секирной горе («Секирке»), находившейся в 18 километрах от монастыря. Заключенных заставляли там сидеть «на жердочках». По словам Богдзевича несмотря на то, что был май месяц, в карцерной клетке два на два метра было холодно. Одежда состояла лишь из нижнего белья. Из мебели — стул, заключенный спал на откидной скамье, которая опускалась только на ночь. Все пять суток давали только хлеб и воду. После карцера его еще долго держали на половинной норме еды.

Когда его перевели в тюрьму СТОН, где заключенных называли только по номерам, он обучал сокамерников алгебре. Можно было иметь книги, но только если в них не было заметок. О событиях в мире они узнавали лишь из обрывков местных газет, которые им выдавали утром перед оправкой. Там он написал статью «О происхождении земного магнетизма» и послал ее в адрес АН СССР. Как выяснилось потом, она попала в ОТБ НКВД, и оттуда в 1939 г. его затребовали в тюремное ЦКБ-29 в группу Туполева, где он и работал до 1943 г. Когда был освобожден, то был оставлен работать там же, но уже в качестве вольнонаемного. В 1947 г. был награжден орденом «Знак почета», но в 1950 г. неожиданно уволен по сокращению штатов, арестован и сослан в Тасеевский леспромхоз Красноярского края. Здесь он и работал до смерти Сталина, после которой реабилитирован, восстановлен в партии и возвращен в Москву [1].

Тюремное ЦКБ-29, о котором пишет Богдзевич, находилось вначале в поселке Болшево под Москвой, а затем на улице Радио в Москве. Через него прошли многие ученые, побывавшие в ГУЛАГе. Руководство НКВД прекрасно знало, что большинство работавших там попало в заключение без всякой причины, но полагало, что в положении рабов они будут работать лучше. Л.Л. Кербер, который в течение долгих лет делил здесь судьбу заключенного с А.Н. Туполевым и С.П. Королевым, приводит слова Берии: «Если бы вы были в чем-нибудь



Инна Данииловна Будницкая

виноваты, то вас бы уже давно расстреляли» [15].

По словам старшей дочери Будницкого, Инны Данииловны (ей в момент ареста отца было шесть лет, а ее младшей сестре — три года), семья первое время получала от него письма, полные оптимизма и надежды на реабилитацию. Через год переписку запретили, и с тех пор семья ничего не знала о его судьбе, вплоть до 1961 года. Именно тогда, после подачи документов на реабилитацию семья Будницкого получила свидетельство о его смерти с датой: 04.10.41, в графе «причина смерти» стоял прочерк.

Как выяснилось в дальнейшем [16], в конце 1937 года – начале 1938-го в соответствии с оперативным приказом Н. Ежова²⁶ № 00445 началась кампания очистки лагеря и тюрьмы от «врагов народа». Начальник УНКВД ЛО Л.М. Заковский получил из Москвы письменную директиву, в которой ему предписывалось отобрать 1200 человек из числа заключенных Соловецкого лагеря, осужденных как бывшие оппозиционеры, троцкисты и эсэры, и затем «репрессировать» их (т.е. уничтожить). В октябре туда приезжала особая тройка УНКВД по Ленинградской области (сам Заковский, его заместитель Владимир Гарин, он же Иван Жебенев, и прокурор Ленинграда Б.П. Позерн²⁷ [17]).

Выполняя спущенную сверху разнарядку, они перевыполнили план, отобрав 1825 человек. Сюда попали не только бывшие оппозиционеры и «террористы», но и священники, уголовники и, даже, бытовики-малосрочники, которые вскоре должны были освободиться. Всех их, 1825 человек скопом, приговорили к высшей мере наказания под предлогом «к/р агитации среди заключенных». Ничего не подозревавших осужденных на смерть перевели вначале в СТОН, а дальше стали размышлять над тем, как привести свой приговор в исполнение. Около 500 человек были расстреляны на «Секирке», а всех остальных было решено отправить на «большую землю». В эту партию попали Вайсберг, Будницкий и Васильев. Вначале они были морем этапированы в Кемь, а оттуда по железной дороге в Медвежьегорск, где их поместили в СИЗО Белбалтлага [18,19].

Место расстрелов заключенных Белбалтлага находилось в 19 километрах от Медвежьегорска, в районе урочища Сандормох. Расстрелы проводил капи-

²⁶ Сменил 26.09.1936 г. расстрелянного 15.03.1938 г. Г.Г. Ягodu. Расстрелян 4.02.1940 года по приговору ВК ВС (в обвинительном заключении сказано «совершал акты мужеложства, действуя в антисоветских и корыстных целях»).

²⁷ Позерн сам был арестован в 1938 г. и приговорен к ВМН, расстрелян 25.02.1939 г.

тан НКВД Михаил Матвеев лично. Иногда ему помогал помощник коменданта УНКВД ЛО младший лейтенант Георгий Алафер. В день они расстреливали из револьвера в затылок от 200 до 250 человек. Во время перевозки на место расстрела первого этапа была предпринята попытка нападения на конвоира с целью побега. Поскольку дорога, по которой везли осужденных на казнь, была довольно оживленной, это создавало определенные трудности для конвоя. Поэтому заключенных стали заставлять раздеваться до гола еще в СИЗО, после чего их связывали. Трупы расстрелянных захоранивались в ямах глубиной 2–4 метра. Всего в этом месте было найдено 150 таких ям, где покоятся останки более тысячи (1111) человек, расстрелянных капитаном Матвеевым. За успешное выполнение задания 20.12.1937 приказом начальника УНКВД ЛО (Л.М. Заковского) он был награжден ценным подарком.

Жен казненных обычно сразу же отправляли в лагерь, поэтому сразу после расстрела Будницкого у его жены отобрали паспорт и уже хотели выслать в лагерь, но помогли знакомые. В 1942 году семью «врага народа» вместе с семьями эстонцев, латышей, финнов и немцев из Ленинградской области выслали в Красноярский край. Жена Васильева — Нина, по свидетельству людей, знавших их семью, была умной и красивой белокурой женщиной. Она вместе с сыном, также была арестована после расстрела мужа и погибла в ссылке (или лагере) на лесоповале в районе Архангельска. Сын Васильевых — Юрий, которому было одиннадцать лет, когда он остался один, вскоре также погиб.

Литература

- [1] Косарев В.В., *Физтех — Гулаг и обратно*, Чтения памяти А.Ф. Иоффе, 1990, Л.: Наука, 1993, с. 105–177, <http://www.ihst.ru/projects/sohist/books/ioffe/1990/105-177.pdf>
- [2] Горнштейн Л.З., *Людвиг Витгенштейн в Ленинграде*, Общественные науки и современность, 2001, 2, <http://ecsocman.hse.ru/data/800/991/1231/018gORNx5bTEJN.pdf>
- [3] Муратов Д.А., *Сталинский вариант поджога Рейхстага*, Новая газета, 133, 30.11. 2009, <https://www.novayagazeta.ru/articles/2009/11/30/40216-stalinskiy-variant-podzhoga-reyhstaga>
- [4] Эгге Осмунд, *Загадка Кирова: убийство, развязавшее сталинский террор*, М.: Российская политическая энциклопедия (РОССПЭН): Фонд «Президентский центр Б.Н. Ельцина» (2011) 287 с., https://www.e-reading.club/bookreader.php/1008148/Egge_-_Zagadka_Kirova.Ubiystvo%2C_razvyazavshee_stalinskiy_terror.html
- [5] Токов И., *Как поэт Каннегисер, любовник Есенина, убил...*, <https://www.stihi.ru/2018/01/31/1311>
- [6] Бажанов Б., Кривицкий В., Орлов А., *Ягода. Смерть главного чекиста* (сборник), Изд.: Алгоритм, 2012, https://www.e-reading.by/bookreader.php/1020450/Yagoda._Smert_glavnogo_chekista_%28sbornik%29.html
- [7] Литвин Л.А., *Красный и белый террор в России*, Казань (1995) с. 63.
- [8] *Ленин и ВЧК*, Сборник документов (1917–1922), Политиздат, М.: 1987, с. 122.
- [9] Померанц Г.С., *Сталин — заказчик убийства Кирова*, Новая газета 04 (15), 01.06. 2009, <https://www.novayagazeta.ru/articles/2009/06/01/42634-stalin-zakazchik-ubiystva-kirova>
- [10] *Людвиг Витгенштейн в питерской коммуналке: где же его «Желтая тетрадь»?*, https://www.liveinternet.ru/users/vlad_falco/post304445353/

- [11] Горнштейн Т.Н., *Философия Николая Гартмана*, Л.: Наука, 1969, 280 с., http://platon.net/load/knigi_po_filosofii/neokantianstvo/gornshstejn_filosofija_nikolaja_gartmana_kriticheskij_analiz_osnovnykh_problem_ontologii/66-1-0-4917
- [12] Габрианович Д., *Ожиданием своим ты спасла меня*, Обнинск (2008) 51, с. 2., <http://www.vperyod.ru/id1216.htm>
- [13] Снегов С., *Глазанов. Норильские рассказы*, М.: Советский писатель, (1991) 297 с., <http://lib.ru/RUFANT/SNEGOW/norilsk.txt>
- [14] Кербер Л.Л., *А дело шло к войне. Изобретатель и рационализатор* (1988) 4, с. 23–27, <http://militera.lib.ru/memo/russian/kerber/index.html>
- [15] *Будницкая Инна Данииловна*, Рязанский мартиролог, <http://stopgulag.org/object/180677935?lc=ru>
- [16] *Ленинградский прокурор Борис Позерн — палач Сандормоха*, http://www.solovki.ca/camp_20/butcher_pozern
- [17] *Мемориальное кладбище Сандормох* (1937) Соловецкий этап, сост. И.А. Резникова, С.-Петербург: НИЦ «Мемориал» (1997) 172 с., http://www.solovki.ca/gulag_solovki_museum/sandormokh/sandormokh.php
- [18] *Место расстрела Сандармох*, сост. Дмитриев Ю.А., Петрозаводск: Барс (1999) 352 с., https://bessmertnybarak.ru/article/pervuyu_solovetskiy_etap_spisok_sandarmokha/
- [19] *Мемориальное кладбище Сандормох* (1937) Соловецкий этап, сост. И.А. Резникова, С.-Петербург: НИЦ «Мемориал» (1997) 172 с., http://www.solovki.ca/gulag_solovki_museum/sandormokh/sandormokh.php

Физики-теоретики ФТИ (к столетию института)

М.Я. Амуся

Сюда по новым им волнам
Все флаги в гости будут к нам,
И запируем на просторе.

А.С. Пушкин, Медный всадник

Мальчики, за работу.
Перерыв уже окончился!
Зав. отделом кадров Зинаида Васильевна.
Год, эдак, 1963–1965.
*(Обращение в коридоре второго
этажа главного здания ФТИ
к бродячим теоретикам
по завершении
их обеденного перерыва).*

Эта заметка о теоретиках Физтеха приурочена к 100-летию института. Вероятно, результат был бы лучше, пиши ее историк науки вообще и физики в частности. Я не историк, и в результате желательная и беспристрастная объективность принесена в жертву собственным впечатлениям, пристрастиям, воспоминаниям, если хотите, и научным вкусам. Пишу в основном о работах в области физики элементарных частиц, астрофизики, теории ядра и атомов.

Когда-то, в доисторические времена, когда только появлялась наука физика, разделения на теоретиков и экспериментаторов не было. Да и сам человек, занимающийся наукой, делал это в свободное от работы, обеспечивающей пропитание, время. Но производительность людского труда росла. Этот рост опирался на разделение труда и им же стимулировался. Еще Эйнштейн (в его время наука уже была отдельным, приносящим доход и обеспечивающим приличное существование родом занятий) полагал, что теоретик — не профессия, и он должен зарабатывать себе на пропитание каким-либо конкретным делом, например, как предлагал создатель теорий относительности, чинить обувь. Но нужды в этом не оказалось, и теоретики среди физиков выделились в отдельное сословие, а административно стали образовывать отделы, сектора, группы. В Физтехе, у его основателя А. Ф. Иоффе теоретики с самого начала заняли достойнейшее место.

Чего от них хотели и хотят? Ведь физика — наука, в первую очередь, экспериментальная, а комбинация ее с техникой ведет, казалось бы, в сторону от

Эти заметки написаны по просьбе Р.Ф. Витман в связи с приближающимся юбилеем ФТИ. Я выражаю ей искреннюю благодарность за полезный толчок и обсуждения результата. Статья также опубликована в сетевом альманахе «Семь искусств», № 11 (92), ноябрь 2017, <http://7i.7iskusstv.com/2017-nomer11-amusja/> (сокращенная версия) и в журнале «Природа», № 9, 2018.

абстракций и чистых размышлизмов. К счастью, так не случилось, и в Физтехе с самого начала, наряду с хаузтеоретише¹, появились и люфт-теоретише, занимавшиеся чем им угодно. Задача теоретиков всегда сводилась к объяснению эксперимента, предложению новых экспериментов (как сказал мне один экспериментатор, простых и способных быстро привести к славе) и к обучению молодых и не очень молодых физиков этой самой физике, точнее, ее передовым в настоящий момент разделам.

Никто перед теоретиками не ставит задачи открыть новый закон физики или создать новую теорию — в доме повешенного не говорят о веревке. Создание теории, равно как и открытие закона — нечто подразумеваемое, как правило, несбыточная мечта, тот маршальский жезл, который в абсолютном большинстве случаев совсем без толку валяется в походном ранце рядового солдата. Даже классные теоретики полагают, что работа, каждодневная и упорная, не должна определяться намерением сделать открытие. Сама каждодневная работа: изучение нового в своей области, исследование всего, что приходит в голову, разговоры с коллегами — чем больше, тем лучше, обучение других тому, что сам знаешь, и себя незнакомому — все это должно приносить огромное удовлетворение, делающее даже каждодневную работу физика-теоретика интереснейшим занятием. Сознание того, что то, чем ты занимаешься, под силу очень немногим, позволяет относить себя к истинной элите общества — не чета всяким политикам и жуликам от бизнеса, нередко причисляемым к элитам услужливыми СМИ. И не столь важно, что в данный момент общество не относит тебя к элите. Как говаривал покойный профессор М.С. Шифрин: «От того, что тебя поместили в конюшню, не обязательно считать себя лошадью».

Вольное племя теоретиков всегда образовывало эдакого обобщенного кота, который неизменно не только «гулял сам по себе», но и указывал другим, притом не без успеха, где и как им предписывается «гулять». В целом лояльная к теоретикам администрация института периодически принималась как-то ограничивать теоретиков, подчинять их какой-то формальной «трудовой дисциплине», заставлять «приходить на работу» к определенному часу, уходить после окончания положенного «рабочего дня», брать своевременно отпуск. Тщетные усилия! Вольное племя было и остается вольным и не управляемым служебными административными вертикалями. В этом его сила и привлекательность.

Особенности деятельности теоретика вкупе с ощущением полной свободы, которую уже сами занятия теорией дают, определяют постоянный приток молодежи, и еще какой! Эти же особенности приводят к кругу общения, состоящему в основном из интеллектуально просто выдающихся людей, не только физиков, но и литераторов, музыкантов, актеров. Не удивительно, что эта специальность никогда — ни в прошлом, ни сейчас, и, я уверен, в будущем, не будет испытывать нехватки в притоке талантливой, яркой молодежи.

На счет института уместно относить и работы, сделанные вне его стен, уже после того, как авторы по тем или иным причинам ушли из ФТИ, где иногда и пробыли совсем недолго. Что позволяет сделать открытие? Несомненно, в первую очередь личный талант. Конечно же, и удача. О ней, как о главном

¹ Во времена господства немецкого языка в физике обозначало теоретика, обслуживающего определенную экспериментальную группу или лабораторию.

факторе успеха, говорили, помню, на банкете, посвященном празднованию полувекового юбилея ФТИ, знаменитые теоретики — Зельдович, Мигдал, Грибов. Однако, как писал Д.А. Гранин в романе «Иду на грозу», «удача не приходит к тому, кто ищет ее вслепую».

Считаю, что даже за несколько лет работы среди таких коллег было просто невозможно не испытать их совместного влияния, которое проявлялось всю оставшуюся жизнь. Позволительно и предположение, что совсем не случайно столько ярчайших жизненных линий пересеклись, пусть в разное время, но в одной точке пространства. Вполне правдоподобно, что это есть некая особая точка, психологическая пространственно-временная сингулярность.

Полагаю поэтому ошибкой то, что среди портретов нобелевских лауреатов ФТИ в коридоре главного здания нет портрета Л.Д. Ландау, хотя, разумеется, знаю, что работы, приведшие к награждению, были им выполнены, когда он уже не работал в ФТИ. Да и уходил из Физтеха он не гладко — крутой нрав молодца проявился рано и привел к его конфликту типа «один из нас должен уйти» с директором-основателем института. Вообще, время написания работ не определяет того, когда они зародились или, точнее, пригрезились.

Я пришел в Физтех почти шестьдесят лет назад, в 1958. Замечу, что за эти годы нисколько не вырос вверх (слава Богу!), но никто и ничто не мешало мне продвигаться вглубь. Никаких специальных архивных данных для написания данной статьи я не имел. Предыдущие, до 1958, годы истории института знаю лишь из мемуарной литературы и по устным воспоминаниям, которые дошли до меня от знакомых. Опираюсь на сведения тех, кому доверял.

К концу 20-х – началу 30-х годов институт имел большую группу теоретиков, состоящую из талантливейших молодых людей. Главой коллектива был крупнейший физик-теоретик СССР Я.И. Френкель (1894–1952), человек, знавший всю физику и успешно работавший во всех ее областях. Экситон, позитрон, как электрон, движущийся вспять во времени, атомное ядро, как капля обычной жидкости — всех его идей не перечесать.

Для меня до сих пор остается загадкой, почему его, несомненно, крупнейшего теоретика-ядерщика СССР, не привлекали к атомному проекту, несмотря на все его попытки принять в нем участие. Дефектами анкеты дело не объяснишь — уж до чего «дефектна» была анкета Ю.Б. Харитона (бывшего физтеховеца), а был он не то что участником, но главой важнейшего направления всего проекта. Загадкой для меня остается и то, что избранный членом-корреспондентом АН СССР в 1929 году, Френкель академиком так никогда и не стал².

В Физтехе в конце 20-х – начале 30-х работали М.П. Бронштейн, Г.А. Гамов, Д.Д. Иваненко, В.А. Фок, зарубежным гостем был Р. Пайерлс, позднее один из руководителей английского атомного проекта сэра Рудольфа (с ним я был лично знаком). Есть замечательная фотография этих «звездных мальчиков» из Физтеха, и среди них одна девочка — Канегиссер, из всех них избравшая Пайерлса, с которым и уехала в Англию. Кстати, недавно узнал, что брат Канегиссер в 1918 застрелил председателя петроградского ЧК С. Урицкого. А его сестру не тронули. Какие либеральные, однако, бывали времена. . .

² У В.Я. Френкеля были некоторые документальные свидетельства, а у меня — теоретические домыслы о роли взаимоотношений Френкеля и Ландау в описанных трудностях. Но смерть В.Я. Френкеля помешала реализации наших с ним планов совместной публикации-исследования.

Отмечу, что теоретики, в первую очередь Френкель, имели тогда прекрасные зарубежные связи, были и становились известны за границей. Вскоре блестящие молодые, почти юные теоретики, так или иначе, но из Физтеха ушли: был расстрелян Бронштейн, на Западе остался Гамов, в Харьков перебрались Иваненко и Ландау, сменил место работы Фок.

На мой взгляд, самыми важными теоретическими работами того времени являются: капельная модель ядра Френкеля, на основе которой Н. Бором и Д. Уиллером был описан процесс деления атомных ядер, происходящий подобно делению капельки обыкновенной жидкости; модель Иваненко, согласно которой атомное ядро состоит из протонов и нейтронов; и количественная теория альфа-распада, т.е. вылета из ядра альфа-частиц — ядер гелия, созданная Гамовым. Замечу, что до протон-нейтронной модели ядра, физики безуспешно пытались построить ядро из протонов и электронов — единственных известных тогда элементарных частиц. Как только в 1932 Д. Чедвик открыл нейтрон, Иваненко, и месяц спустя — Гейзенберг, предположили, как оказалось, совершенно правильно, что эта частица, хоть и нестабильная — важнейший элемент ядер. Стоит помнить и о том, что цепная ядерная реакция, по аналогии с химической, была впервые рассчитана бывшими сотрудниками ФТИ, Я.Б. Зельдовичем и Ю.Б. Харитоном.

К числу выдающихся, нобелевского уровня работ, сделанных Гамовым вне Физтеха, отношу так называемую горячую модель Вселенной (1946) и предсказание наличия генетического кода (1954).

Начиная со Второй мировой войны, фронт работ в области физики по всему миру начал быстро расширяться, что стимулировалось работами по созданию ядерного оружия. Это проявлялось и в увеличении числа физиков, и в строительстве многочисленных ядерных центров. В СССР уже с довоенного периода шло усиление столичной науки, рост старых и создание новых физических институтов. Ряд теоретиков из ФТИ перебрались в Москву. Я имею в виду в первую очередь таких ярких, как Я.Б. Зельдович и А.Б. Мигдал, И.Я. Померанчук, И.Е. Тамм, Г.С. Ландсберг. В Москве еще довоенного времени начал развиваться свою, основанную в Харькове и позднее ставшую всемирно знаменитой, школу теоретической физики Ландау.

В 1952 умер еще совсем молодым Френкель. «Откачка» работников временем и Москвой создала некий вакуум среди теоретиков в институте. Однако появлялись новые люди — с полуслова все понимающий И.М. Шмушкевич, осторожный в оценках Л.А. Слив, эрудит Л.Э. Гуревич, внешне странноватый А.И. Губанов. Они начали создавать отдел (или «загон», если угодно) теоретиков. «Загоном» я его называю потому, что всех теоретиков разместили в нескольких небольших комнатках полуторного этажа главного здания ФТИ. Это здание тогда еще не перешло почти в полное распоряжение службам и службочкам, растущим, как видится мне, куда быстрее научных коллективов института.

В конце 50-х, как проявление оттепели в стране, ушли, или, точнее, ослабили анкетные препоны в приеме научных сотрудников, что в первую очередь сказалось на пополнении теоретиков. В ФТИ пришли А.З. Долгинов, В.Е. Голант, В.Н. Грибов, В.М. Шехтер, В.И. Перель, Г.М. Элиашберг, Д.А. Варшалович, А.А. Ансельм, С.В. Малеев, Р.Ф. Казаринов, В.Г. Горшков и ряд других. Главным поставщиком молодежи служил, естественно, физфак ЛГУ, где совсем не фор-



Первый «пропуск» в ФТИ, 1958 г. Слева направо: С. Шерман, автор, (?)

мально отдел теоретической физики возглавлял В.А. Фок, в некотором смысле сам «уроженец» Физтеха. И хотя общая формула Слива, согласно которой «в науку пошел середняк» правильна, молодыми теоретиками ФТИ были отнюдь не только середняки.

Вновь принятых старших лаборантов и аспирантов администрация не оставляла без опеки и внимания, а перво-наперво отправляла на проверку реальным делом. Это видно на фотографии.

Начали восстанавливаться порванные войной международные научные связи. Здесь первым стал Слив, у которого возникло тогда крайне редкое заочное сотрудничество с Институтом Нильса Бора в Копенгагене, конкретно с О. Бором. Слив туда поехал и на месте, выслушав четыре лекции самого Бора по физике, понял, что тот никакой не законченный идеалист, а просто натуральный диалектический материалист, не чета еще резвившейся по привычке философской околонучной шпане, вроде Львова. О своих находках Слив доложил на общеполитинститутском семинаре, полностью ошеломленном его сообщением. Кстати, на меня О. Бор, с которым я был лично знаком, произвел особое впечатление еще и тем, что некоторые письма писал Сливу по-русски. Я почитал и решил — если это русский, то я могу писать по-английски. И начал этим заниматься.

Материальным результатом поездки Слива в Копенгаген стал ответный визит Б. Мотгельсона, будущего нобелевского лауреата. Он ознакомился с молодыми теоретиками, дав возможность каждому из них выступить перед ним с пятиминутным сообщением. По результатам этой беседы я получил за подписью Н. Бора письмо с приглашением провести год в Копенгагене. Не пустили, а письмо куда-то дели. Примерно через десять лет, уже от О. Бора, сходное приглашение получил В.Н. Ефимов, но его «силовики» буквально вывели из самолета. Я это пишу к тому, что злопамятность отнюдь не вреднее памяти короткой.

Вообще, иностранные теоретики были нередкими гостями в ФТИ. Упомяну, естественно, лишь некоторых: нобелевских лауреатов П.А.М. Дирака, С. Томонагу, Ю. Швингера, Д. Бардина, О. Бора, а также известнейших профессоров У. Фано, Р. Пайерльса (сэра Рудольфа Эрнста), Ф. Берка, Дж. Брауна, В. Грайнера.

Вспоминаю, как прямо на институтском семинаре Грибов с Дираком поспорили о знаке перед массой в уравнениях Дирака, и Грибов выиграл спор! Вспоминаю,



В.Н. Грибов

как, оценивая уравнения Элиашберга в теории сверхпроводимости, Д. Бардин поздравил Гуревича, отметив, что это честь — иметь такого сотрудника. Как и до войны, теоретики ФТИ занимались практически всеми областями физики — от твердых тел, жидкости, газов, плазмы, до теории элементарных частиц и фундаментальных проблем строения Вселенной. Удобно и полезно иметь под одной крышей всех специалистов сразу. Можно, если возникает вопрос или идея, не рыться в литературе, не заглядывать даже во всезнающую Википедию, а просто позвонить приятелю и получить консультацию на самом что ни на есть высоком уровне.

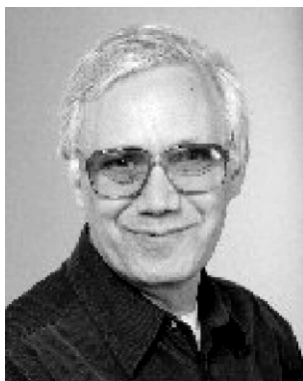
В.Н. Грибов был, несомненно, самым ярким и влиятельным из молодых. Всемирную известность он приобрел за работы, которые в целом можно называть реджистикой — по имени итальянского теоретика Т. Редже, первым исследовавшим амплитуду рассеяния как функцию углового момента, рассматриваемого континуальной комплексной переменной. Редже, с которым мы познакомились в Новосибирске, изучал лишь нерелятивистский случай. Грибов привнес этот подход в физику элементарных частиц, смело предположив, что асимптотика амплитуды по энергии столкновения определяется первым полюсом Редже. Тогда казалось, что асимптотика достигнута, или вот-вот будет достигнута, на эксперименте. Опыт показал, что это не так. Но реджистика уже стала важнейшим направлением в физике элементарных частиц.

Вообще, по глубине знаний, кругозору, да и важности собственных работ, даже по внешности — в первую очередь блеску глаз, мне, да и не только мне, Грибов казался реинкарнацией Ландау. Помню, как поразила меня символичность сочетания номера страницы (1972) и года публикации (1971) одной из его работ, статья буквально опережала свое время!

Формула Грибова, связывающая сечение рассеяния пи-мезона на протоне σ_π с сечением рассеяния пи-мезона на пи-мезоне $\sigma_{\pi\pi}$ и протона на протоне σ в пределе высоких энергий столкновений, представляется очень простым и красивым выражением:

$$\sigma_\pi^2 = \sigma_{\pi\pi}\sigma.$$

Она хорошо описывает экспериментальные данные даже в той области, где основания, приведшие к ее выводу, уже представляются несправедливыми. Такие формулы, если правильные, вполне могут высекается на надгробных камнях их авторов — по примеру выражения для энтропии на памятнике Л. Больцману.



Е.М. Левин



Л.Л. Франкфурт

Грибов баллотировался сразу в академики, минуя член-корство, но ему не хватило буквально одного голоса. Учитывая прямогу и открытость его научных суждений, некое противостояние с Н.Н. Боголюбовым и его школой, следовательно, наличие врагов, происшедшее не удивляло.

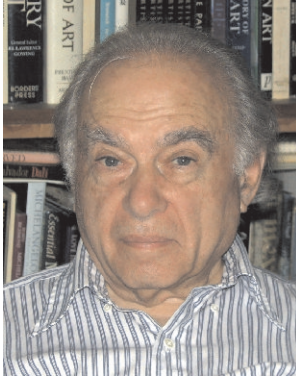
Грибов был абсолютным авторитетом в вопросах физики в ФТИ и далеко за его пределами, в том числе и вне рамок тех областей, где он непосредственно работал. Время, однако, безжалостный и объективный судья. Оно показало, что не все оценки Грибова, как и Ландау, пусть стремительные и четкие, были правильными. Так, как оказалось, он зря отвергал работу Глинера (см. ниже), и, как показало время, напрасно считал неравенства Белла, сейчас знаменитые, бессодержательными, а проверку квантовой механики с их помощью, ненужной.

В книге «Неизбежность странного мира», вышедшей в 1961 и очень популярной в свое время, писатель Д. Данин, сам по образованию физик, упоминает об особой «улыбке Грибова» и говорит о нем и его ближайших сотрудниках как о тех, кто создает картину этого мира.

Когда только появилось представление о кварках как об основных элементах, из которых построены элементарные частицы, специалисты сначала с опаской приспосабливались к этим новым объектам физики элементарных частиц. Однако два физтеховца — Е. Левин и Л. Франкфурт, подошли к делу просто. Они буквально за панибрата обращались с новыми объектами. Действительно, рассудили они, раз мезон состоит из кварка и антикварка, а протон или нейтрон — из трех кварков, сечения их взаимодействия с самими собой и другими объектами должны относиться, соответственно, как числа входящих в них компонентов, т.е. как 2:3. Соответствующая работа была опубликована в Письмах ЖЭТФ в 1965.

Это, ставшее знаменитым « $2/3$ », и более сложные соотношения, полученные на основе столь простой картины, на удивление хорошо описывали реальность. Хотя она, эта реальность, и оказалась куда сложнее картинки, согласно которой «элементарная частица» подобна тоненькой и ни на что не влияющей банке, в которой свободно болтаются кварки и антикварки. Предложенная метода завоевала широкое признание и получила название «кваркового счета».

В 1965 в ЖЭТФ вышла статья Э.Б. Глинера «Алгебраические свойства тензора энергии-импульса и вакуумоподобное состояние вещества», ставшего со-



Э.Б. Глинер



Д.А. Варшалович

трудником ФТИ только в 1964. В ней впервые он дал физическую интерпретацию космологической постоянной Эйнштейна и выдвинул гипотезу о физической природе Большого Взрыва. По Глинеру, вначале во Вселенной был вакуум, описываемый космологической постоянной. Из первичного вакуума родилось вещество, и оно расширялось под действием антигравитации вакуума. Так возникло наблюдаемое космологическое расширение.

Эта работа стала важнейшей для понимания того, что происходило во Вселенной в первые, немислимо короткие мгновения ее существования. Она ввела в обиход космологии понятие отрицательного давления, и в то же время позволяла понять, почему такое давление не приводит к коллапсу системы «Вселенная» под действием обычных гравитационных сил.

Работу поддержал А.Д. Сахаров, но тогда его участие было скорее отрицательным фактором, затруднившим защиту кандидатской диссертации, которую удалось провести только в Тарту, а не в ФТИ. Известности работ Глинера способствовало энергичное развитие этой ветви космологии, которая связана с именами А. Гута и А. Линде. Со временем, Глинер был признан основоположником этого важнейшего направления. Однако это «со временем» надо было еще прожить. Глинер пришел в ФТИ после окончания ЛГУ, которому предшествовало и участие в Великой Отечественной войне, на которой заслужил ордена, был трижды ранен, потерял руку, и тюрьма. Военные заслуги не помешали осудить его за «неправильные» разговоры, и он долгое время провел в заключении.

Совсем уже немолодой, он оставался младшим научным сотрудником, что, помимо скромности зарплаты, еще и задевало самолюбие. Здесь помощь могли оказать коллеги, но они, за редким исключением, либо не могли помочь, либо стояли в стороне. Прав был В.Л. Гинзбург, написавший в УФН в 2002: «Я считаю, что мы в большом долгу перед Э.Б. Глинером». О таких долгах стоит помнить, равно как и знать о них, и молодым, чтобы не ошибиться в жизни. И каждый раз, когда мы встречаемся с «раздувающейся Вселенной», «инфляционной гипотезой», уместно помнить, что исходные идеи в этом направлении, равно как и важное участие в ее развитии принадлежат Глинеру, который сейчас живет в США.

Очень яркая фигура среди теоретиков Д.А. Варшалович, которого судьба и собственный интерес двигали из ядерной физики в астрофизику так, что на каж-

дом шаге этого пути оставались впечатляющие отметины. Так, им предсказан позднее обнаруженный эффект выстраивания спинов атомов, ионов и молекул в космической среде под влиянием резонансных анизотропных потоков излучения. Большой научной смелости требовала работа, показавшая, вопреки абсолютно устоявшимся представлениям, инверсную заселенность уровней возбуждения молекул в космической среде, которая оказалась своего рода гигантским мазером. Варшалович с сотрудниками предсказал существование в космосе молекулы HD, позднее обнаруженной в далеких космических облаках. Излучение этой молекулы имеет красное смещение 2–3, т.е. идет от источников, отстоящих от нас на 12–13 миллиардов световых лет!

Варшалович и его сотрудники, из которых особо упомяну молодого члена-корреспондента РАН А.В. Иванчика, нашли, по данным спектров удаленных космических объектов — квазаров, верхние на сегодняшний момент границы изменения во времени и пространстве таких констант, как постоянная тонкой структуры α , т.е. безразмерная комбинация заряда электрона, скорости света c и постоянной Планка $\hbar \cdot \alpha \approx e^2 / \hbar c \approx 1/137$, и отношение массы протона к массе электрона. Эти изменения составляют не более чем примерно 10^{-5} – 10^{-4} за все время, прошедшее после Большого взрыва, т.е. за примерно 14 миллиардов лет. Хотя и крайне малые, эти изменения, если их удастся обнаружить, станут важнейшими для построения всей физической картины мира.

В 1975 была опубликована книга Варшаловича Д.А., Москалева А.Н. и Херсонского В.К. «Квантовая теория углового момента». Вскоре опубликованная на английском, она стала, и в большой мере остается, уникальным пособием (буквально настольной, что неоднократно видел сам) для множества теоретиков во всем мире. Она уникальна тем, что авторы привели в единую систему огромное количество уже имевшихся в литературе формул, существенно различавшихся используемыми обозначениями. В результате в литературе сосуществовали сходные выражения, различающиеся друг от друга по величине и фазе. Это затрудняло их использование, поскольку часто приходилось брать части используемых соотношений из разных статей или книг. Все, даже самые сложные известные формулы авторы проверили и перевывели. В них было обнаружено немало ошибок. Книга включила также ряд новых, не известных ранее соотношений. Если правильно понимаю смысл старинного слова «трактат», то оно в полной мере может быть применено к труду Варшаловича с соавторами.

У Варшаловича есть, как и была у Грибова, одна поразительная черта: о чем бы ни завести с ним разговор, он всегда к нему готов. Обсуждаемый вопрос оказывается тщательно продуман, а ответы заставляют во многом по-новому взглянуть на то, что, собственно, обсуждается. Вывод из этого можно сделать один — сказанное Варшаловичем есть предмет долгих и глубоких размышлений обо всем, что касается физики — всей физики, в целом, а не только тех ее разделов, о которых он публиковал или публикует свои статьи.

Говоря об астрофизике, на память приходит и созданное природой гигантское, размером в километры, ядро, наподобие атомного, но состоящее в основном из нейтронов. Я имею в виду нейтронные звезды. Физика ядра и конденсированного вещества подсказали вопрос — а могут ли нейтронные звезды быть сверхтекучими? Помню оживленные дебаты на эту тему в шестидесятых, помню тогдашние выводы — сверхтекучесть, если вообще возможна, то только в



В.Н. Ефимов

тонком поверхностном слое. Время споры разрешило, было установлено, что нейтронные звезды сверхтекучи в объеме и сохраняют это свойство при весьма экзотических, даже для этих экзотичнейших из объектов, условиях. В появлении этого ответа огромную роль сыграл физтеховец Д.Г. Яковлев с сотрудниками.

Важным направлением в работе теоретиков ФТИ уже давно было изучение проблемы трех тел, которая в обычной и квантовой механике следует по сложности сразу за проблемой двух тел.

Пригодное для аналитических и численных расчетов уравнение теории трех тел было написано в ФТИ Г.В. Скорняковым и тогдашним его научным руководителем физтеховцем К.А. Тер-Мартirosяном сразу для межчастичных сил нулевого радиуса³. Оказалось, что для любых, даже слабых, сил притяжения, оно приводит к странному, казавшемуся нефизическим результату — бесконечному числу дискретных связанных уровней. Происхождение этой бесконечности было совершенно не ясно.

В 1970 В.Н. Ефимов, продолжая и развивая нашу с ним работу по энергии газа твердых шаров, обнаружил новый эффект, вскоре получивший его имя. Оказалось, что в системе трех частиц, взаимодействующих силами малого радиуса r_0 , с так называемой длиной рассеяния (фактически, эффективным размером частицы с точки зрения ее столкновения с другой частицей), возникают специфические уровни энергии, от радиуса действия сил и их радиальной формы не зависящие. Их назвали «уровнями Ефимова». Число этих уровней N определяется замечательной по простоте и изяществу формулой:

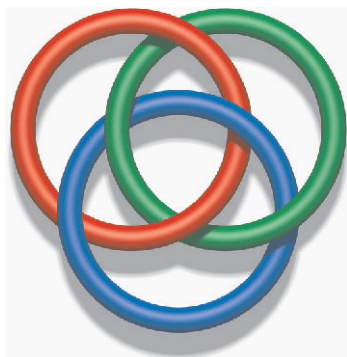
$$N \approx \frac{1}{\pi} \ln a/r_0.$$

Красива и формула для энергии семейства уровней энергии Ефимова, близкая к следующему весьма простому выражению:

$$E_n/E_{n+1} \approx \exp 2\pi.$$

Видно, что при нулевом радиусе действия сил $r_0 \rightarrow 0$, $N \rightarrow \infty$, в согласии с результатом, получаемым с помощью уравнений Скорнякова–Тер-Мартirosяна.

³ Для любых сил соответствующие уравнения были получены Л.Д. Фадеевым и вошли в науку под его именем.



Символически — «состояние Ефимова»

Все уровни представлялись наблюдаемыми и имели физический смысл. Но в природе не нашлось примеров достаточно малых значений r_0 и больших α . Спустя более, чем сорок лет после предсказания за дело взялась квантовая оптика. Регулируя частоту лазера, удалось менять длину рассеяния атомов, конкретно — цезия, достигая при этом очень больших значений, положительных и отрицательных, длины рассеяния. Открылся целый «мир Ефимова», управляемый необычными законами. Словом, думаю, что самому Ефимову вскоре может понадобиться черный фрак или смокинг.

Это не только мое мнение — иначе не вошел бы он, один из немногих, в интересный и очень короткий список «“50 People Who Deserve a Nobel Prize” *The Best Schools*». В разделе «физика» этого списка включено десять имен, образующих достойную компанию. Это Якир Ааронов (эффект Бома–Ааронова), Алейн Аспект («запутывание» фотонов), Виталий Ефимов («состояния Ефимова», иллюстрирующееся старинным символом — тройкой переплетенных колец, из которых убери любое — оставшаяся пара распадается, см. рис. выше), Алан Гут («космическая инфляция» или «раздувающаяся Вселенная»), Л. Вестергад Хау (полная остановка, вплоть до нулевой скорости, света), Петер Хиггс (бозон Хиггса), Лев Питаевский (уравнения Гросса–Питаевского). Один из списка, Хиггс, в 2014 уже стал лауреатом. Как говорят, «первый пошел».

Кто заинтересуется — советую прочитать очень эмоциональное сообщение о полном экспериментальном подтверждении в 2014 факта существования нового состояния вещества, наблюдающегося при крайне низких температурах. Радиус обнаруженного состояния тройки составляет тысячу атомных радиусов! На таких расстояниях удерживающие их вместе силы крайне слабы, а энергия связи мала, что затрудняет опыт. Соответствующая статья называется: «Физики доказали удивительное правило троек», где говорится даже о мистике числа три (при том, знакомые по СССР «тройки» не упоминаются): над открытием работали три группы, в трех странах, изучая сплетение трех тел! Подводя некий итог этой теме, в 2017 появилась статья с примечательным названием «Физика Ефимова: обзор». Ефимов работает в Университете Сиэтла. Он — блестящий лектор, что видно из его выступлений по физике, выложенных в YouTube. А пока что международная группа экспертов выбрала первых лауреатов премии Людвиг Фаддеева 2018 года: В. Ефимова, «За теоретическое открытие ряда слабосвязанных трехчастичных квантовых состояний, известных как состояния



М.Ю. Кучиев

Ефимова» и Р. Гримма, из Австрии, «В знак признания его новаторских экспериментов, подтверждающих эффект Ефимова». Награждение состоялось на конференции в Кане 11 июля 2018.

В конце 50-х – начале 60-х казалось, что все об аналитических свойствах амплитуд рассеяния разных частиц друг на друге в функции энергии столкновения, рассматриваемой как комплексная переменная, хорошо известно. Именно они содержат в комплексной плоскости лишь простые полюса и разрезы. Знание аналитических свойств амплитуды рассеяния позволяет строить так называемые дисперсионные соотношения, связывающие ее реальную и мнимую части. А вместе с ними и связывать различные измеряемые на опыте характеристики процессов рассеяния атомных ядер, да и более сложных объектов, из них состоящих, непосредственно, минуя разные модели, описывающие межчастичное взаимодействие.

Казалось, что в этой области, если в качестве сталкивающихся частиц взять электрон и атом, уж точно ничего интересного не найдешь. Данному вопросу посвящен параграф в «Квантовой механике» Ландау и Лифшица, где, со ссылкой на Л.Д. Фаддеева, приведено дисперсионное соотношение амплитуды рассеяния электрона на атоме. Согласно книге, в амплитуде рассеяния есть лишь полюс первого порядка и разрез.

Однако учет обмена налетающего электрона с атомным электроном кардинально меняет дело. Важную роль играет и то, что силы между электронами дальнедействующие, кулоновские, а не короткодействующие, ядерные. Учет обоих факторов полностью меняет аналитические свойства амплитуды. Вместе с М.Ю. Кучиевым, пришедшим в ФТИ в 1974 ко мне в аспирантуру, мы показали в 1979, что амплитуда рассеяния электрона на атоме водорода f_{eH} как функция энергии столкновения имеет полюс третьего, а не первого, порядка $f_{eH}(E \rightarrow E_H) \sim 1/(E - E_H)^3$, где E_H есть энергия связи атома водорода.

Еще более неожиданной оказалась ситуация для произвольного атома. Как показал Кучиев, в этом случае справедливо следующее выражение для амплитуды электрон-атомного рассеяния

$$f_{eA}(E \rightarrow E_A) \sim (E - E_A)^{2+|E_A|/|E_H|},$$

где E_A есть энергия связи электрона в атоме-мишени. Следовательно, сингулярность здесь вообще иррациональна. Этот результат может оказаться важным и в

квантовой хромодинамике, и в описании рассеяния электронов на поверхностях твердых тел.

Успех сопутствовал Мише и в решении другой проблемы. Уже первые исследования взаимодействия лазерного излучения высокой интенсивности с атомами показали, что здесь играет роль какой-то неизвестный механизм. Этот механизм увеличивает вероятность многоэлектронной фотоионизации облучаемого атома на несколько десятков порядков по сравнению с ожидаемой вероятностью, получаемой исходя из обычной теории. Почти сразу стало ясно, что достаточно интенсивному лазерному излучению удастся удалить из атома электрон и в том случае, когда энергия одного лазерного фотона много меньше энергии, необходимой для ионизации атома. Это означало, что происходит многофотонная ионизация.

Вскоре интенсивность лазерного излучения и соответствующая ей напряженность электрического поля превзошла напряженность атомного поля в водороде. Это был важнейший рубеж в истории человечества, как в свое время первый ядерный взрыв, оказавшийся «ярче тысячи солнц». Сейчас напряженности в лазерном поле уже на много порядков превосходят атомные. Обнаружены процессы, требующие поглощения многих сотен или даже тысяч лазерных фотонов.

Механизм взаимодействия низкочастотного излучения с атомами и любыми атомоподобными объектами — кластерами, фуллеренами, эндодралами, был открыт Кучиевым в его статье «Атомная антенна» в 1987. Он обратил внимание на то, что ионизованный электрон, колеблясь в лазерном поле, приобретает энергию E , определяемую соотношением:

$$E \sim I/\omega^2,$$

где I есть интенсивность лазерного поля, а ω — его частота. Уже для I порядка поля в атоме водорода, т.е. 10^{16} Вт/см² и энергии лазерного фотона в 0.1 эв, E достигает двух миллионов эв. С этой энергией электрон, колеблясь относительно атома, из которого выбит, возвращается к нему. При этом у него достаточно энергии, чтобы выбить уже несколько электронов из атома, или стать источником фотонов с энергией, многократно превышающей энергию лазерного фотона $\hbar\omega$. Сейчас данный механизм, часто называемый «обратным рассеянием», общепринят. Он уточняется, и в рамках основной идеи появляется целый ряд ответвлений. В данной области работает много исследователей. В целом, «обратное рассеяние» служит для описания огромного экспериментального материала. Ставятся специальные опыты для его обнаружения, и оно используется для объяснения множества проведенных опытов. Но, увы, как правило, без ссылок на Кучиева. Сейчас он сам продолжает успешно работать в Сиднее, но по другой тематике.

Знаменитые уравнения Хартри–Фока (ХФ) выводятся, исходя из требования — обеспечить минимум энергии атома на базе его простейших волновых функций, представляемых антисимметризованным произведением одноэлектронных волновых функций. Многие десятилетия они использовались как основные в расчетах структуры атомов и процессов, происходящих с их участием. Это были первые уравнения, описывающие квантовую систему многих тел. Их область применений выходит сейчас далеко за рамки физики атома, включая ядерную физику, описание твердых тел и конденсированных веществ.



М.Я. Амусья



Л.В. Чернышёва

Уравнения ХФ удобны в записи, но не просты в решении. Кроме того, в течение довольно длительного времени практически не обсуждался вопрос о величине и значимости поправок к тому, что учитывается в рамках этих уравнений и именуется словами «электронные корреляции».

Идеальным аппаратом для выхода за рамки ХФ служит общая теория многих тел и диаграммная техника. Она была заимствована из квантовой электродинамики и привнесена в теорию многих тел работами в первую очередь А.Б. Мигдала и В.М. Галицкого, посвященных пространственно-неограниченным и однородным по плотности частиц объектам.

Но в атомах, равно как и в простых молекулах, важная роль неоднородности системы просто несомненна, что сразу поставило вопрос о проведении трудоемких вычислений на компьютерах. В 1964, в ФТИ, я начал работу по выяснению роли электронных корреляций в атомных процессах, в первую очередь, фотоионизации атомов и неупругом рассеянии быстрых электронов на них. Первоначально не задумывался над вопросом, сколько на это уйдет времени в человеко-годах. Оказалось, однако, что со временем тематика только расширяется, затрагивая все новые и новые процессы. Важнейшим уточнением ХФ стало предложенное и разработанное нами приближение случайных фаз с обменом (ПСФО или, в английской версии — RPAE).

Постепенно была создана неформальная группа физиков с переменным числом участников, иногда доходившим до 25 человек. Их потребности в вычислениях обеспечивали программы, создаваемые одним программистом — Л.В. Чернышёвой, и образующие единый комплекс, допускающий непрерывное расширение по мере рассмотрения новых физических задач. Современная версия этого уникального комплекса, обнимающая не только атомные, но и молекулярные программы, а также программы, необходимые для расчетов процессов, с участием эндоздралов, собрана в книге М.Я. Амусья, С.К. Семенова и Л.В. Чернышёвой *АТОМ-М. Алгоритмы и программы для исследования атомных и молекулярных процессов*, Издательство «Наука», Санкт-Петербург, 2016, 551 с.

В рамках этих исследований в 1967 было показано, что так называемый гигантский резонанс в сечении фотопоглощения ряда атомов есть коллективное возбуждение, в котором участвуют, по меньшей мере, все электроны ионизируемой многоэлектронной подоболочки. В 1972 были предсказаны, и позднее об-



Н.А. Черепков

наружены на опыте, интерференционные минимумы, возникающие благодаря взаимодействию электронов, принадлежащих разным оболочкам, что приводит к межоболочечным резонансам. Исследование свойств и различных проявлений этих резонансов стало предметом многочисленных последующих исследований в целом ряде атомных лабораторий мира. Было предсказано также существование поляризационного или «атомного» механизма генерации электромагнитного излучения и многое другое. Основные наши результаты, полученные в многочастичной теории атомных процессов, приведены в книге M.Ya. Amusia, L.V. Chernysheva and V.G. Yarzhevsky, *Handbook of theoretical Atomic Physics, Data for photon absorption, electron scattering, and vacancies decay*, Springer, Berlin, 2012. pp. 812.

Остановлюсь несколько подробнее на поляризационном механизме генерации электромагнитного излучения, описанном нами впервые в 1976. Обычное тормозное излучение (ОТИ), возникает при рассеянии электрического заряда статическим полем атома, ядра, молекулы и т.п. Излучает в таком рассеянии заряд. В «поляризационном» тормозном излучении (ПТИ) источником излучения может быть и нейтральная частица, внутреннее распределение зарядов в которой меняется в процессе столкновения. В результате в ней наводится переменный во времени (как правило, дипольный) электрический момент. Именно этот момент и становится источником электромагнитного излучения. Данный механизм приводит к излучению и при столкновении нейтральных частиц, притом, не только атомов. Так, ПТИ должно возникать и в столкновениях, например, нейтрино и нейтрона. Генерируется ПТИ и при столкновениях макрообъектов. Исследование ПТИ продолжается в ряде экспериментальных и теоретических групп в разных странах и сейчас.

Выше я говорил о предсказании Варшаловичем выстраивания спинов атомов и ионов в космической среде под влиянием направленного излучения. Оказалось, что спины фотоэлектронов, вылетающих из атома под действием падающего на него электромагнитного излучения, также выстроены. Этот эффект был предсказан, и следствия его обсуждены в работах Н.А. Черепкова в 1972 и 1973 гг. Черепков показал, что электроны, вылетающие из определенной подоболочки атома, могут быть под определенными углами испускания полностью поляризованы, даже если ни поток ионизирующих фотонов, ни атом-мишень не

поляризованы, т.е. избранным направлением не обладают. Предсказание было подтверждено на опыте. Изучение поляризации электронов, удаляемых с помощью фотонов, стало одним из важнейших методов в исследовании структуры атомов и молекул.

Исследования многоэлектронных эффектов продолжают и расширяются, включая новые эффекты в атомах и новые объекты исследования, куда теперь входят кластеры металлов, фуллерены и эндоздралы. Новые объекты во многих отношениях подобны атомам, только гигантским, имеющим сотни, а иногда и тысячи электронов. В то же время, эти объекты обладают многими свойствами, например, гигантским резонансом в вероятности поглощения фотонов, характерным не только для атомов, но и атомных ядер. Процесс фотоионизации исследуют теперь и с помощью лазеров, длительность светового импульса которых составляет всего 10^{-17} – 10^{-18} секунды, что позволяет получить представления о протекании атомных процессов во времени. Примечательно, что при описании того, как процесс ионизации атомов разворачивается во времени, используют наш комплекс вычислительных программ АТОМ-М.

Я говорил уже о том, что теоретику присуще желание самому учиться, и учить других. Это желание привело к организации в 1966 году Зимней школы физики ФТИ, которая первоначально включала, помимо ядра и элементарных частиц, еще твердое тело и конденсированное состояние. Как Зимнюю школу по физике ядра и элементарных частиц, ее «унаследовал» ЛИЯФ, ставший затем ПИ-ЯФ, а позднее обротившийся в часть Национального исследовательского центра «Курчатовский институт». «Шапки» менялись, а школа по целям, строю и духу оставалась той же. Существующая более полувека, она для своего описания заслуженно требует целой книги, которая, уверен, будет написана.

По широте и глубине охвата материала, по уровню лекторов — лучших научных работников СССР и, позднее, РФ, по остроте дискуссий, которые шли нередко далеко за полночь, она, пожалуй, не имеет себе равных в мире. Давно обрела она буквально международное признание. Особо стоит отметить труды школы, собравшие все лекции и представившие их на суд научной общественности — сначала в СССР, а затем и за границей. Первоначально созданная для повышения научной квалификации экспериментаторов, она вскоре стала школой для всех научных работников.

Отличительная черта этой школы — использование заметной части свободного времени для повышения образования участников школы в области литературы и искусства. Первые десятилетия ее совпали со временем, о котором говорили «что-то физики в почете, что-то лирики в загоне». И физики помогали им вылезать из «загона», в котором, как я упоминал в самом начале этой заметки, сидели сами, что ценилось «лириками» высоко. А среди гостей — лириков бывали Г. Товстоногов, Б. Окуджава, А. Володин, С. Юрский, К. Лавров, Н. Симонов — всех звезд не перечислить. Недавно напомнил А. Сокурову, как он, еще почти никому не известный, показывал на школе свои фильмы, «Одинокий голос человека» и «Сонату для Гитлера», и при этом явно нервничал по пустякам.

Как-то Товстоногов, расчувствовавшись, пригласил всех к себе в театр. Приглашение приняли, и обе стороны долгие годы выполняли взятые на себя обязательства — физики в пристойном числе ходили в театр, а Товстоногов обеспе-



В.Г. Горшков



М.И. Дьяконов

чивал их билетами. Стены залов и коридоров школы использовались для экспозиций работ художников, которые не имели никакого официального признания. Зато физики признавали их уже фактом приглашения к себе. Сейчас некоторые из гостей школы представлены в музеях и галереях мира. Это общение придавало Зимним школам дополнительную притягательность, которую не забыть. Теперь уже «лирики» в помощи физиков не нуждаются, да те вряд ли могут ее оказать.

Теоретиков отличает не только желание учить и учиться, но и стремление применять законы физики, известные им, а иногда и открываемые с их помощью, к изучению проблем в областях, на первый взгляд, прямо к физике не относящихся. Например, в медицине, экономике, политике. Приведу пару особо впечатливших меня примеров: работы В.Г. Горшкова по экологии и М.И. Дьяконова в области «квантового компьютеринга», точнее, его отрицания.

Горшков получил очень интересные результаты, иллюстрирующие важность сохранения окружающей среды, применяя к ее описанию довольно общие соотношения, полученные в физике. Он пришел к важному выводу об определяющем влиянии естественных экосистем (биоты) на поддержание параметров окружающей среды в пределах, допускающих само существование жизни на Земле.

Я — свидетель зарождения этого направления, неоднократно слушал доклады Горшкова, и, не являясь его адептом, могу оценить, какую убедительность придают словам количественные оценки и расчеты, основанные на установленных законах физики. В процессе написания данной статьи, прочел с большим удовольствием его интервью от 2008 г., где развиваются физико-химические представления о движущих силах континентального влагооборота.

Дьяконов, видный специалист по теории твердого тела, сейчас профессор университета в Монпелье, уже более пятнадцати лет выступает со все более резкой критикой так называемого «квантового компьютеринга», став одним из наиболее известных и убедительных «скептиков» в данной области. Это выступление против лидирующего направления, называемого еще мейнстримом — воплощение достойнейшего из принципов — «Иду на грозу».

Идея «квантового компьютеринга», сейчас важнейшего и отлично финансируемого направления современной теории компьютеров, восходит к работам Ю.И. Манина (1980) и Р. Фейнмана (1981). Казалось, что на основе развития

этих идей — записи информации в виде суперпозиции состояний квантовой системы с ее огромным многообразием возможностей, удастся несказанно повысить быстродействие и увеличить объем памяти компьютеров. Это направление привлекает очень большое число исследователей, и под него создаются новые лаборатории и институты.

Дьяконов же доказывает, что из-за неизбежных шумов в физических устройствах обещанная быстрота вычислений не достижима. Все знаменитые теоремы в этой области, отмечает он, основаны на аксиомах, в принципе нереализуемых в мыслимых физических устройствах. Это утверждение сродни замечанию Ландау, что все строгие теоремы в квантовой механике либо неверны, либо бессодержательны.

Дьяконов отмечает также, что, произойди чудо из чудес, и квантовый компьютер был бы создан, в принципе для него не нашлось бы подходящих задач. Он анализирует причины невыполнения взятых на себя «компьютерным сообществом» временных обязательств, и отмечает, что в рамках основополагающего в этой области алгоритма Шора, который должен был совершать чудеса в краеугольной вычислительной задаче — факторизации очень больших чисел, пока удалось лишь показать, что $15 = 5 \times 3$ и $21 = 7 \times 3!$ Замечу, что те несколько статей Дьяконова на эту тему, которые читал, например, *State of the Art and Prospects for Quantum Computing (2013)*, впечатляют сочетанием научной строгости и буквально литературного блеска.

«Кончаю, страшно перечить, стыдом и страхом замираю». Сознаю, конечно, что будь на моем месте другой, список конкретных достижений мог бы заметно отличаться. Только и всего. Существо же дела, как и общие положения о роли теоретиков, были бы, уверен, такими же.

История теоретиков ФТИ была бы неполна, если не упомянуть два громких дела, М.П. Казачкова и Р.Ф. Казаринова, за которые все их коллеги были подвергнуты публичному шельмованию. Они были бы и коллективно наказаны, не вступись сами, энергично и твердо, за себя. Казачкова судили в 1975, и приговорили за измену родине к тюремному заключению сроком на 15 лет, которые он провел в тюрьме и лагере полностью, как говорят, «от звонка до звонка». Поскольку его обвинили в передаче из СССР в США секрета гамма-лазера, который не создан и по сей день, очевидно, что это обвинение было несостоятельно.

Казаринов был лишен научных степеней и званий также в злополучном 1975, поскольку его жена организовала, кстати, против его воли, у них на квартире выставку «незаконных» художников. Детали здесь не важны, и обвинение было бы совсем курьезно, не имей оно государственной силы, и не трепли оно столько нервов «обвиняемому» и его коллегам. Здесь опять-таки стоит вспомнить о необходимости злопамятности, которая в некоторых случаях полезней и уместней памяти короткой.

* * *

Многое изменилось после 1958 в жизни теоретиков в ФТИ. Канул в прошлое «теоретический загон». Исчезли из коридоров второго этажа главного здания группы энергично жестикулирующих и громко спорящих странноватых молодых людей. Вместо них в коридорах чинно движутся в основном управленческие чиновники. Теоретиков не посылают в колхоз, и они могут спокойно посидеть в рабочее время на лавочке, притом в хорошем парке.



Д.А. Варшалович и автор на конференции в г. Пушкин, 2008

С глаз долой — из сердца вон. Коридор теперь выглядит гораздо лучше (см. фотографии). Несколько теоретиков по-прежнему там, но уже в виде молчащих портретов на стенах. За особые научные заслуги не только в виде портрета, а вживую, в главном здании упомянутых в данном тексте Варшаловича и Яковлева с коллективом разместили на антресолях, но не на кухне, куда классики поселили «ничейную бабушку». Остальных же из «загона» переместили в другое здание, в большие комнаты, которые выходят в новые коридоры. Теперь ни нужды, ни охоты гулять в них нет. Один из коридоров представлен на фотографии слева, и он тоже, как писал поэт, кончается стенкой, однако, не в грозном, а обычном смысле этого слова.



Главный коридор
с портретами великих



«Теоретический» коридор

В результате, теоретики теперь не толкуются где попало, вызывая справедливое раздражение у сотрудников Отдела кадров и других очень важных отделов. Подразумевается, что процесс творчества протекает за видимыми на фотографии дверями, в то время, которое предусмотрено для этого строгими последними решениями высшего руководства бывших учреждений РАН, так называемого ФАНО, с ударением на втором слоге. Прошу не путать с упомянутым в тексте покойным проф. У. Фано! Не знаю, как кому, но мне сегодняшний коридор теоретиков по ширине и уюту напоминает тот, что существует в «Крестах», хотя сам я там и не был.

Резко изменились условия оплаты труда — вместо жалких двухсот рублей (в среднем) администрация теперь выплачивает теоретику целых 25 тысяч, опять же в среднем. Так что необходимые условия для работы обеспечены. Впрочем, теоретик от этих условий зависит мало — он заражен желанием работать, устойчивым и тщательно сохраняемым в организме, как вирус, например, герпеса. А потому дело шло, идет, и будет идти всегда, что с этим ни делай, простите за невольный каламбур.

Нет, совсем неправ был Мефистофель, говоривший когда-то растлеваемому им студенту: «Теория, мой друг, суха». Приведенные выше результаты явно говорят об обратном.

Санкт-Петербург

Первые шаги в науке с Александром Павловичем Обуховым

В.Н. Гурин

В лабораторию препаративной и неорганической химии ЛФТИ, которой заведовал Александр Павлович Обухов (его называли часто А.П.О.), я поступил в 1958 году по распределению сразу после окончания Ленинградского университета. В те годы главное внимание, наряду с атомной физикой, в стране уделяли космосу. С покрытиями и космосом и были связаны мои первые научные исследования в Физтехе. Физикам понадобилось танталовое покрытие на алюминиевой фольге. Поскольку я окончил кафедру электрохимии на химфаке, А.П.О. и поручил мне эту работу, ставшую для меня первой. Нанести Ta (а точнее оксид тантала) на Al можно было только электролитически, электрофорезом. Эта проблема была решена в 1959 году. Помню множество бутылей со спиртом, который нужно было последовательно абсолютизировать (электрофорез вначале вели из спиртовых растворов). В этом не было никакой необычности: бутылки неделями стояли в ряд, открыто на химическом столе (я понимаю усмешку читателя, но это был факт!). Работа закончилась нашей публикацией (и первой моей) в Журнале прикладной химии. Далее возникли космические проблемы. Для определенных целей на космическом аппарате нужна была «абсолютно черная» шторка. И А.П.О. поручил мне нанести черный никель на никель, тоже электролитически. Этот процесс не был разработан и был очень «капризным». Долго ничего не получалось, но наконец удалось посадить воспроизводимый черный слой (1960). Захожу к А.П.О., он спрашивает: «Ну что? Скорее сам почернешь, чем черный никель получишь!?» «Да нет — говорю — вот кое-что получилось». А.П.О. даже встал, засуетился, быстро переправил образец в ГОИ, где была методика характеристики абсолютно черного тела. Некоторые наши образцы показали даже лучшую «черноту», чем классическая черненная медь, но использовали ее, так как на ней покрытие держалось прочнее.

Следующее задание было более важным: надо было защитить поверхность молибдена от окисления (30 минут при ~ 1000 °C). Тогда предполагали делать «бока» космических ракет из молибдена — борьба за вес ракет только начиналась. Как-то А.П.О. сказал: «Если что-то получится, всю лабораторию брошу на это». Необходимо было нанести тугоплавкое покрытие на поверхность молибдена (лучшим покрытием является дисилицид — MoSi_2). Решено было наносить покрытие в расплаве металла — цинка. Я развернул бурную деятельность: поездка на завод за литым молибденом, изготовление в мастерских полированных шайб, штабиков, прутков, разработка технологии силицирования поверхности молибдена в расплаве цинка. Когда образцы молибдена с покрытием были получены, нужно было их испытать. Существовал очень простой тест: если раска-

ленный образец «газит» (интенсивно выделяется желтый дым — MoO_3), значит, целостность покрытия нарушена. Класть образец в печь — дело тяжелое и ненадежное: все время надо туда заглядывать и очень трудно уловить время начала выделения дыма. Я решил нагревать образцы газовой горелкой на воздухе при открытой дверце тяги (тяги тогда были мощными). Бывало, сидишь за письменным столом: горелка шумит, но дым все не появляется ни за 20, ни за 30 минут; температура уже далеко за 1000°C — образец близок к «белому калению». Как-то пришли коллеги, а у меня образец под горелкой, решили пойти на обед (мы тогда ходили в столовую Политехнического института). Поскольку все было предусмотрено — и падение образца, и выключение горелки, я решил оставить образец без присмотра минут на сорок. (Пусть простят меня пожарные работники за такое нарушение правил ТБ!) По возвращении с обеда примерно через 50 минут все было, как и раньше — горелка шумит, дыма нет. Спрашиваю коллег: «А.П.О. заходил?». «Заходил! Долго смотрел, спросил, где Гурин, больше ничего не сказал. . . » Некоторые образцы выдерживали такое нагревание более двух часов.

Не только мы занимались защитой молибдена — в Киеве и Москве многие проводили вакуумное силицирование. Наши результаты были даже лучше, но к тому времени уже стало ясно, что для корпусов ракет молибден «тяжеловат» и требуются другие материалы. Мы с А.П.О. доложили результаты работы на закрытом Всесоюзном совещании в ВИАМ (1961), получили авторское свидетельство на способ получения MoSi_2 и на этом завершили работу с покрытиями. А я подумал, если получается покрытие, значит, получится и порошок (позже был получен чистейший порошок MoSi_2 и порошки дисилицидов других металлов); если получается порошок, могут получиться и монокристаллы. Тогда была организована наша группа. Мы разработали основы метода получения кристаллов тугоплавких соединений из растворов-расплавов металлов, получили монокристаллы более 100 соединений и различных твердых растворов, кристаллы более 30 новых соединений, опубликовали более 120 оригинальных работ и крупных обзоров и не без успеха продолжаем заниматься этим направлением и сейчас. В год 100-летия со дня рождения Александра Павловича Обухова мы благодарны ему за предоставление столь непростой темы, работа над которой привела нас впоследствии ко многим открытиям в области технологии, исследования кристаллической структуры и свойств монокристаллов тугоплавких соединений.

У А.П.О., как ученого, было много достоинств: прежде всего это был жизнерадостный и остроумный человек, он любил юмор и веселье, был любознательным, ценил труд и радовался результатам сотрудников вместе с ними, будучи деликатным собеседником, умел увлечь их новыми проблемами, допускал свободу в исследованиях. Он сумел организовать непростой коллектив лаборатории для выполнения важных Государственных заданий и, что самое главное, вместе с коллективом успешно выполнить их, о чем свидетельствуют его правительственные награды — два ордена Трудового Красного Знамени и памятная медаль о запуске «Вымпела» на Луну. Все физтеховцы, кто помнит Александра Павловича Обухова, благодарны ему за помощь, которую он и его лаборатория всегда оказывали сотрудникам в физических и материаловедческих исследованиях. Многими результатами он сейчас гордился бы вместе со всеми.

Лаборатория В.М. Тучкевича в середине 50-х годов

Р.Ф. Коноплева

В 1954 году я заканчивала свою дипломную работу в Лаборатории полупроводников АН СССР, которую после ухода из Физтеха организовал А.Ф. Иоффе на двух этажах Института мозга.

Мои научные руководители — А.Р. Регель и М.М. Бредов — предложили, чтобы рецензентом этой работы был В.М. Тучкевич, поскольку моя тема была связана с исследованиями выпрямляющих свойств германия, облученного ионами щелочных металлов. В это время физтеховская лаборатория В.М. Тучкевича выполняла государственную программу по созданию первых в нашей стране полупроводниковых диодов на основе германия, и мы полагали, что результаты нашей работы будут интересны Владимиру Максимовичу. Я знала его как профессора Политехнического института, который на 4-м курсе читал нам лекции по атомной физике. Читал он удивительно просто и доходчиво, так что, посещая лекции и имея их конспект, можно было не заглядывать в учебники. А экзамены ему сдавать было одно удовольствие! Проходили они в доброжелательной обстановке, принимал их Владимир Максимович с большим тактом и уважением к студентам. Его курс практически сдавали все без переекзаменовок. Экзамен проходил словно бы в дружеской беседе и, если ты в чем-то был не уверен или сомневался в правильности ответа, Владимир Максимович незаметно направлял тебя на правильный ответ. Я, как ни странно, до сих пор помню, что я ему отвечала на экзамене.

Все мы очень любили Владимира Максимовича и с большим уважением относились к нему. Поэтому предложение моих руководителей о рецензировании им моей дипломной работы я встретила с большой радостью. В это время Владимир Максимович был очень занят работами по госпрограммам и часто уезжал Москву. Мою работу он читал, в основном, в поезде, что не помешало ему детально разобраться в полученных результатах. Работа была опубликована в 1954 году в журнале «Доклады Академии наук СССР» и являлась первой работой по ионной имплантации полупроводников.

После защиты дипломной работы мне было предложено работать в лаборатории Владимира Максимовича в Физтехе, поскольку на выполнение программ его лаборатория получила несколько штатных единиц на молодых специалистов. А.Ф. Иоффе в это время еще продолжал оставаться в опале и таких возможностей не имел. Таким образом, в апреле 1954 года я поступила в лабораторию Владимира Максимовича в ФТИ и стала заниматься разработкой первых в стране высокочастотных полупроводниковых триодов под руководством А.И. Уварова. Лаборатория в то время на 90 процентов состояла из молодых специалистов, пришедших из ленинградских вузов — Университета, ЛЭТИ, По-

литехнического. Мой рабочий стол находился рядом с установкой Ж.И. Алфёрова и В.И. Стафеева, в другой комнате работали А.А. Лебедев и ряд других сотрудников, которые пришли в лабораторию на 2–3 года раньше меня и считали себя уже «старожилками». На самом же деле все были очень молодыми. Таким же, мне кажется, чувствовал себя и Владимир Максимович, которому в то время было не более пятидесяти лет.

Обстановка в лаборатории была очень своеобразная и сильно отличалась от той, к которой я привыкла в лаборатории полупроводников у А.Р. Регеля, где я работала в общей сложности более трех лет. Настроение у всех было жизнерадостное, веселое — всегда кто-то шутил, острил или подтрунивал над товарищами, постоянно слышался смех, и поначалу казалось, что все с большой радостью приходят на работу, чтобы встретиться друг с другом и обсудить все проблемы, мало касающиеся работы. Занимались мы, в основном, технологическими разработками первых в стране полупроводниковых приборов. Владимир Максимович предоставлял своим сотрудникам полную самостоятельность в решении поставленных задач. В это время в литературе полностью отсутствовали какие-либо данные о технологии создания полупроводниковых приборов, которые уже были разработаны на западе — все было засекречено. Засекречены были и мы сами. Рабочие тетради, графики и все бумаги, относящиеся к работе, хранились в желтых металлических ящиках-портфелях, которые мы каждое утро брали в 1-м отделе и сдавали в конце рабочего дня под строгим надзором А.И. Гаврикова.

С любым вопросом к Владимиру Максимовичу можно было придти запросто, в любое время, только бы он был в лаборатории, а не в Москве. Однако «поймать» его было очень трудно, поэтому технологические проблемы часто решались либо на семинарах, либо на ходу с кем-либо из сотрудников. В этом плане доброжелательность была на высоком уровне.

Веселая, внешне казавшаяся беззаботной наша жизнь кончалась, когда наступала пора сдачи очередных отчетов. Все сотрудники лаборатории участвовали в выполнении научных тем по Постановлению Совета Министров СССР. Как правило, таких Постановлений по лаборатории было несколько, сроки их выполнения были сжаты и определены сроками приема темы Государственной комиссией, которой представлялся соответствующим образом оформленный отчет. Сдавался очередной отчет практически один раз в квартал.

Также дружно проводились в лаборатории празднования дней рождения сотрудников. Собирали по рублю на подарок и всей лабораторией веселились — с танцами и песнями на квартире именинника или в лаборатории. Столь же дружно всей лабораторией отмечали мы 50-летие Владимира Максимовича в его маленькой квартирке на улице Ленина на Петроградской стороне. Зинаида Михайловна, как и Владимир Максимович, всегда с радостью принимала нас дома и не только в юбилейные дни. Она всех нас хорошо знала и искренне интересовалась не только нашей работой, но и нашей жизнью.

Я проработала в лаборатории Владимира Максимовича четыре года. В 1958 году, в связи с началом строительства ядерного центра в Гатчине, меня перевели в лабораторию неравновесных электронных процессов в полупроводниках под руководством С.М. Рывкина, и я стала заниматься исследованиями радиационных эффектов в полупроводниках. И хотя мои дальнейшие, чисто фундамен-

тальные исследования не были связаны с технологией, опыт, который я приобрела за четыре года в лаборатории Владимира Максимовича, помогает мне и сегодня.

Очень недолго я работала у Владимира Максимовича, но глубокое уважение к нему, дружеские отношения с ним и Зинаидой Михайловной сохранялись всегда. Хотя мы и не очень часто виделись (в основном, на конференциях), Владимир Максимович никогда не забывал своего молодого специалиста, всегда все помнил и интересовался моими научными успехами.

Русинов Лев Ильич

Д.А. Варшалович

В то время, когда я начинал работать в лаборатории Л.И. Русинова, мы не знали, что он был первым в нашей стране, кто измерил число вторичных нейтронов при делении урана-235 и тем самым доказал, что цепная реакция деления урана возможна, т.е. возможно создание атомной бомбы и атомного реактора. В то время такие работы были полностью засекречены во всех странах, но аналогичные работы велись в Англии и в США, также как и в Германии. Были у Льва Ильича и другие выдающиеся работы.



Л.И. Русинов

Еще в 1935 году Л.И. Русинов вместе с И.В. Курчатовым и другими учеными открыли явление ядерной изомерии¹. Они первыми столкнулись с тем, что радиоактивные изотопы брома с одинаковым зарядом $Z = 35$ и массой $A = 80$ имеют разные периоды полураспада, в основном состоянии ядро бром-80 живет всего 18 минут, тогда как в возбужденном состоянии — 4.5 часа.

Причины этого явления и его весьма широкая распространенность стали ясны позднее, лишь в 50-е годы прошлого века, когда появилось достаточно много данных об основных характеристиках атомных ядер, и началась разработка ядерных моделей. В этой работе и я принимал активное участие. Мы со Львом Ильичем написали большую обстоятельную статью «Электромагнитные переходы в атомных ядрах» и опубликовали ее в журнале «Атомная энергия». Через

Заметка Д.А. Варшаловича о Льве Ильиче Русинове была написана для книги «Физтех и советский атомный проект» (ФТИ, Изд-во Политехнического университета, 2018), но не вошла в книгу по техническим причинам.

¹ I.V. Kurchatov, B.V. Kurchatov, L.V. Mysovsky and L.I. Rusinov, *Comptes Rend. Acad. Sci.* v. 200. p. 1201 (1935).

год, в 1959 году, ведущий в мире в этой области журнал «Journal of Nuclear Energy» опубликовал перевод нашей статьи². Следует сказать, что в те годы далеко не каждую статью из советских журналов перепечатывали за рубежом. Статья получила широкий резонанс, поэтому И.В. Курчатов и Л.И. Русинов предложили мне совместно с ними втроем написать книгу «Изомерия атомных ядер». К сожалению, они так и не успели закончить эту работу.

² L.I. Rusinov, and D.A. Varshalovich, *J. Nucl. Energy*, v. 10, p. 170 (1959).

Незаслуженно забытые

А.Б. Березин

В науке наряду со знаменитыми, известными и прославленными есть те, кого слава и почести обошли стороной. Не потому что их достижения оказались незначительными, а работы ошибочными. Просто «госпожа удача» поманила, махнула крылом и упорхнула, оставив горечь несбывшихся ожиданий. Иногда она возвращалась, но, как правило, слишком поздно. Оседала упоминанием в энциклопедиях или в горьких воспоминаниях современников.

Были и у нас в Физтехе люди, чья слава стала посмертной или просто промелькнувшей мимо. Автор хотел бы упомянуть по своему усмотрению некоторых из них в связи с прошедшим 100-летним юбилеем Института, чувствуя некоторую внутреннюю необходимость сказать несказанное или написать ненаписанное.

Итак, самым значительным неизвестным является Лосев. Он упомянут в энциклопедии как провозвестник изобретения транзистора. Ряд сотрудников ФТИ, в том числе Г.А. Остроумов и А.А. Рогачев, собирали материалы о жизни и работе Лосева, считая его одним из родоначальников микроволновой электроники. Я энциклопедии не читал и ничего не знал о Лосеве до того, как наш директор В.М. Тучкевич вызвал меня и сказал: «Завтра в институт придет атташе посольства США в Москве господин Лобнер, деятель полупроводниковой науки, мне известный лично по встречам на многих конференциях. Раньше Лобнер работал в фирме Хьюлетт–Паккард, а теперь, вот, перешел на работу в дипломатическое ведомство. Его интересует все, что известно о работе Лосева в Физтехе, в связи со спорами о приоритете в изобретении транзистора. Вы слышали когда-нибудь имя Лосева? Почитайте в энциклопедии и попросите в Архиве подготовить то, что можно найти по этой теме. Я уже дал указание.» «А что этот Лосев был сотрудником института?» — спросил я. В.М. задумался: «Сложно сказать — и да, и нет. У него были непростые отношения с Абрамом Фёдоровичем. А.Ф. его на дух не переносил, считал наглым самоучкой, фантазером, хотя у Лосева были друзья в институте, и его приборы имели спрос. Но если слава открытия транзистора связана с нашим институтом, то это может оказаться очень положительным фактом. В общем, сделайте все возможное и постарайтесь помочь доктору Лобнеру в его поисках».

Утром я стоял у ворот Физтеха и ждал Лобнера. Он появился ровно в десять, на «кадиллаке» с дип. номерами. Визит начался. Лобнер вышел из машины и направился ко мне. Я спросил: «Доктор Лобнер? Мы рады видеть вас в Физтехе. Владимир Максимович уже ждет». Тучкевич уже ждал, немножко возбужденный и радушный хозяин. Они поздоровались как старые друзья. В.М. представил меня и сказал, что я — Ученый секретарь института, ответственный за участие Физтеха в международных научных организациях. Все было почти правдой за исключением того, что я был Ученым секретарем не института, а Комиссии по



О.В. Лосев



Л.М. Шестопапов

международным связям. Др. Лобнер посмотрел на меня внимательно. Его взгляд выражал: «Знаем мы таких секретарей по международным связям!» Я тоже посмотрел на него, и мой взгляд, как всегда, ничего не выражал.

— Ну, с чего начнем? Может быть, для начала кофе? Или хотите сразу познакомиться с нашими полупроводниковыми лабораториями?

Но Лобнер не захотел отклоняться от своей цели и ответил:

— Я бы хотел заняться материалами по Лосеву в вашем архиве. У меня ведь только один день на это, и, насколько я понимаю, ваш ученый секретарь — он кивнул в мою сторону — поможет мне в этом.

Я подумал: «Ишь ты, этот атташе по науке не прикрывается Лосевым с целью пошарить по нашим лабораториям, а на самом деле им интересуется». «Тогда не будем терять времени, — сказал с облегчением В.М. — надеюсь, Арсений Борисович окажет вам необходимую помощь в ваших изысканиях». И мы с Лобнером отправились в Архив. Он по дороге спросил, много ли я знаю про Лосева. Я ответил, что до вчерашнего вечера вообще ничего о нем не знал. Лобнер удивился и поинтересовался, давно ли я в Физтехе и какое у меня образование, кроме языкового. Я с удовольствием пояснил, что окончил физический факультет Университета, занимаюсь спектроскопией горячей плазмы и никакого языкового образования не имею. Он хмыкнул, но от комментариев отказался. В Архиве нам выдали все документы, начиная с 1918 года, относящиеся к научной деятельности ФТИ и его сотрудников. Лобнера сразу расстроило, что никаких записей об институтских семинарах, конспектов докладов и даже просто упоминаний о самих семинарах нет.

— Как же вы живете без этого?! Везде в мире это существует, а у вас нет. Как же писать потом летопись о большом научном поиске, устанавливая приоритеты?!

— А по опубликованным материалам и официальным документам?

— И вы считаете это нормальным?! В ваших архивах, как я вижу, нет вообще никаких упоминаний о Лосеве, ни его выступлений на семинарах, ни дискуссий, рецензий, критики. Все это могло бы послужить основанием для переворота в истории науки!

Но переворота не наступало — никаких упоминаний, просто забыли. Оста-

вили умирать от голода в блокадном Ленинграде¹. Вспомнили только через тридцать лет, когда поместили заметку в Большой советской энциклопедии. А там, «за бугром», помнили — вот Лобнер приехал по поручению Хьюлетт–Паккарда. Оказывается, зря приехал. . .

Мы перелистывали пожелтевшие рукописные листы, машинописные тексты, напечатанные на темной бумаге изношенными Ундервудами. Там было много интересного и, надеюсь, осталось. Особенно увлекательной была Сага о ядерной физике. В середине 30-х годов последовал ряд распоряжений от ленинградских партийных органов по поводу того, что Физтех, вместо решения актуальных проблем народного хозяйства тратит бешеные деньги и людские резервы на бесплодные занятия какой-то ядерной физикой, и что это занятие надо немедленно прекратить. Руководство и сотрудники на словах учли эти руководящие указания и обещали «немедленно прекратить». Но на самом деле они плевать хотели на эти указания и продолжали с удвоенным энтузиазмом заниматься «бесплодной» ядерной физикой. Как оказалось впоследствии, этим самым они предотвратили ядерную угрозу, нависшую над страной. Кстати, Физтех не только за свою родину постарался. Немногим известно, что когда во Вьетнаме посыпались одна за другой с неба на землю летающие крепости Б-52 и прекратились ковровые бомбардировки², то вслед за этим кончилась сама война. Ход этих событий во многом зависел от участия Физтеха. У нас это участие не сильно афишировалось, но в американском Военном вестнике отмечалось наряду с феноменальным полетом шаттла Бурана.

Но перейдем к нашим забытым. Борис Павлович Константинов как-то задумался о том, что происходит с поверхностью металла, если его подвергнуть мгновенному импульсному нагреву. Свои мысли он обычно подвергал проверке, и как-то, зайдя в лабораторию, попросил измерить, насколько нагревается поверхность металла при импульсном облучении от лампы-вспышки. Желание начальства — приказ для подчиненного. И мы с Володей Семеновым, тогда лаборантом, а ныне старшим научным сотрудником лаборатории физики плазмы, сварили в дуге несколько термпар, раскатали микронные лепестки и сунули в фокус импульсной лампы. Они показали температуру порядка тысячи градусов. Б.П. одобрительно хмыкнул, тут же вызвал заведующего одной из лабораторий отдела прочности Леонида Михайловича Шестопалова и поручил ему провести исследование лазерного нагрева поверхности металла. Вскоре был куплен дорогостоящий по тем временам СО₂-лазер, и в лаборатории Шестопалова стали «стрелять» по различным металлам и сплавам. Я несколько раз встречался с Леонидом Михайловичем и узнал, что они обнаружили новый неожиданный эффект — металлы под воздействием импульсного лазерного излучения теряли свои металлические свойства и становились диэлектриками, приобретая все свойства стекла: электрические, механические, химические. Впоследствии они стали называться «стеклообразными металлами» и быстро вошли в промышленность, но тогда Леонид Михайлович был первым со своим открытием. Он доложил об этом на семинаре отдела прочности твердых тел под руководством

¹ О.В. Лосев, который на тот момент являлся сотрудником 1-ого Медицинского института, скончался от голода в блокадном Ленинграде 22 января 1942 года.

² В июле 1965 года в Северный Вьетнам прибыли советские зенитно-ракетные комплексы С-75 «Двина» (Примеч. ред.-сост.).



Г.В. Скорняков



Е.А. Каймаков

академика С.Н. Журкова. Серафим Николаевич был разгневан услышанным, обозвал все это чушью, ошибкой эксперимента и запретил публиковать статью об этом открытии в своем журнале «Физика твердого тела». Б.П. не ринулся на защиту Леонида Михайловича, а порекомендовал ему повременить с публикацией в связи с такой сильной обструкцией. Шестопалов хорошо понимал, им с сотрудниками выполнена работа нобелевского уровня, но подчинился совету Б.П., смирился и дождался всемирного признания существования стеклообразных металлов без упоминания его имени. Наверное, он очень сильно расстроился. Еще бы, а кто бы не расстроился?!

Теперь переходим к нашему следующему персонажу — Евгению Алексеевичу Каймакову. Он пришел в Физтех в марте 1952 года, окончив кафедру физики изотопов ЛПИ. Кафедру организовал и руководил ею Б.П. Он и отобрал среди других выпускников Евгения Алексеевича для работы в институте. В нашей лаборатории Каймаков занимался разделением изотопов по подвижности ионов в электрическом поле. Он был экспериментатором от Бога. Результаты его опытов поражали прецизионной точностью исполнения, а постановка самого эксперимента была образцом научной эстетики. Когда лаборатория разделилась по тематике на три части, Женя вместе со своей группой начал заниматься астрофизикой. В отличие от многих других сотрудников, кинувшихся искать антивещество в ближнем космосе, он занялся изучением комет. Со свойственной ему скрупулезностью он создал установку, моделирующую образование комет, и обнаружил, что кометное твердое вещество образуется из окружающего газа в форме упорядоченных нитевидных структур. Женя назвал их, по аналогии с солитонами, субликонами. Он считал субликоны прародителями органических соединений в космосе, но не оставил после себя внятного изложения своего открытия. У нас в институте единственный человек, который хоть что-то помнит о работах Каймакова — это Юрий Иванович Коптев, благодаря трудам которого многие забытые имена стали известны потомкам.

В заключение несколько слов о нашем современнике — Георгии Васильевиче Скорнякове, который пока широко не признан, но не склоняется перед устоявшимися догмами и постоянно находит новых сторонников и единомышленников в научном сообществе. В 2018 году в Германии была издана его книга

«Принципы теории тепловых процессов». Эта книга — итог неустанной тридцатилетней работы Скорнякова над проблемами универсальности Второго Закона Термодинамики.

Так что, наряду со столбовой дорогой развития науки существуют и торные тропы, к сожалению незаслуженно забытые.

Библиотека ФТИ

М.Ф. Парыгина, Е.И. Ванягина и И.В. Трапезникова

История создания научной библиотеки Физико-технического института неразрывно связана с историей становления института и именем его организатора и первого директора академика Абрама Фёдоровича Иоффе (1880–1960). Как широко образованный человек и создатель уникальной научной школы академик Иоффе придавал большое значение организации хорошей специальной научной библиотеки и приложил немало усилий к этому. Так, в письме к своему другу Паулю Эренфесту (18.VI.1920) А.Ф. Иоффе просил: «... Сейчас главная наша беда — полное отсутствие иностранной литературы, которой мы лишились с начала 1917 года. И первая главная просьба к тебе — выслать нам журналы и главные книги по физике...» [1]. В 1920–1930 гг. академик Иоффе не раз ездил за рубеж, в Европу и Америку, в целях закупки оборудования для нового Института, где им были отобраны и куплены за валюту первые комплекты важнейших журналов, книги и справочники. Кроме того, благодаря стараниям Иоффе «немецкие физики выделили... целую библиотеку книг и журналов» [1]. А.Ф. Иоффе сам был требовательным и внимательным читателем; почти еженедельно посещал выставки новых поступлений, много книг, из числа присылаемых ему из-за границы, дарил в фонд библиотеки.

Таким образом, к 1923 году, ко времени переезда Института в новое здание, где и открылась библиотека, в ее фондах уже имелось более 60 названий специальных периодических изданий и 582 книги [3]. Комплекты журналов были подобраны с конца XIX века и начала XX века. Важнейшие из них, такие, как “*Astrophysical Journal*”, “*Journal de Physique*”, “*Physical Review*”, «Журнал Экспериментальной и Теоретической Физики» и многие другие физические журналы со всего мира, до сих пор хранятся в фонде библиотеки. Традицию помощи библиотеке продолжили и другие директора ФТИ. Академики Б.П. Константинов, В.М. Тучкевич, Ж.И. Алфёров и А.Г. Забродский всегда активно содействовали как в приобретении библиотечного оборудования, так и литературы.

С самого начала организации библиотеки ее деятельность рассматривалась как деятельность научно-вспомогательного подразделения ФТИ. В первые же годы был сформирован библиотечный комитет (позже преобразованный в библиотечный совет), который обсуждал вопросы выписки литературы, составления схем систематического каталога и организации библиографической работы. Одним из первых председателей библиотечного совета был выдающийся физик-теоретик член-корреспондент АН СССР Яков Ильич Френкель. В разные годы председателями библиотечного совета были Бурсиан Виктор Робертович, Дукельский Владимир Маркович, Лемберг Иосиф Хаймович, Слуцкер Александр Ильич. С 2007 года по настоящее время библиотечный совет возглавляет ученый секретарь ФТИ доктор физико-математических наук, профессор Шергин Андрей Петрович.



Эскиз оформления Научной библиотеки ФТИ им. А.Ф. Иоффе, 1932 г.

В 1920-е гг. многие советские учреждения получали от властей мебель из дворцовых гарнитуров. Это веяние затронуло и Физико-технический институт. Так, для оборудования читального зала библиотеки из Зимнего дворца были привезены шкафы красного дерева из придворной аптеки, которые до ремонта 2010 году присутствовали в интерьере Большого читального зала ФТИ. Из мебельной гарнитура Великой княжны были доставлены стулья с обивкой в цветочек, покрашенные в белый цвет и большой банкетный стол [2]. Стулья были перекрашены, некоторые из них до сих пор сохранились, стол же использовался для экспонирования свежих поступлений периодики. Библиотека с 1923 года располагается на втором этаже основного (сейчас административного) здания ФТИ, в левом крыле, окна которого выходят в небольшой сад. В мансардных помещениях третьего этажа над читальным залом хранится основная часть журнального фонда.

Первым библиотекарем ФТИ была Вера Андреевна Кравцова-Иоффе, блестяще образованная женщина, знавшая более восьми языков, в том числе шведский, итальянский и польский. Характерная черта того времени — в анкете личного дела, сохранившегося в архиве ФТИ, значится — образование среднее, что означает гимназию и домашнее образование. Позже, в 1928 году ее сменила Вера Анатольевна Вальтер, окончившая Политехнический институт, что позволило ей начать создание схем систематического каталога при консультации с сотрудниками Института [1]. В 1930-е гг. библиотека ФТИ значительно пополнила свои фонды, регулярно получала зарубежную иностранную периодику и стала довольно полным собранием литературы в области естествознания (физики, химии, математики) и техники. В штате библиотеки в тот период работало уже шесть сотрудников. В основном это были выпускницы дореволюционных гимназий Санкт-Петербурга, знавшие по 3–4 иностранных языка и окончившие библиотечные курсы при Государственной публичной библиотеке.

В 30-е годы значительное количество лабораторий ФТИ выделилось в новые институты, в которых создавались библиотеки. Для новых библиотек выделялась дублетная литература.

С сентября 1934 г. заведующей библиотекой Физико-технического института



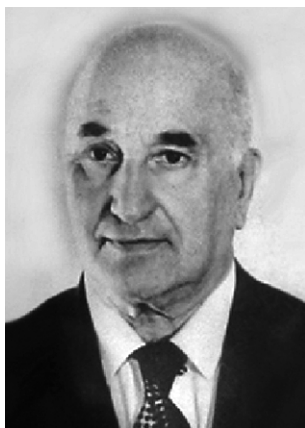
Я.И. Френкель



В.М. Дукельский



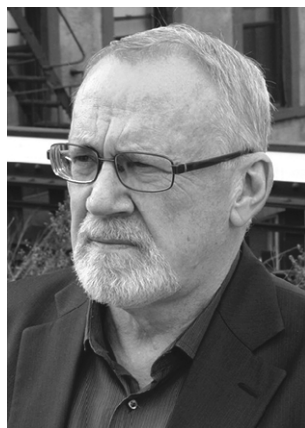
В.Р. Бурсиан



И.Х. Лемберг



А.И. Слущер



А.П. Шергин



Читальный зал Научной библиотеки, 1970-е годы.



В.А. Иоффе (Кравцова).

была назначена Екатерина Андреевна Княжецкая. Она возглавляла библиотеку до августа 1943 г. С этого времени и до октября 1944 г. библиотекой заведовала Наталия Федоровна Шишмарева.

В годы войны и блокады в Ленинграде оставались только эти двое сотрудников библиотеки — Екатерина Андреевна Княжецкая и Наталия Федоровна Шишмарева, которая провела всю блокаду в осажденном городе, работала и жила в Институте. Читателей было немного, однако выполнялись заявки и справки для нужд обороны, выдавалась литература в действующую армию (на Ленинградский фронт).

В 1939 году Ленинградский физико-технический институт вошел в Академию наук СССР. Научная библиотека Института вошла в систему Библиотеки АН СССР только после окончания Великой Отечественной войны, после возвращения ряда отделов ФТИ и части фонда библиотеки из эвакуации в Казань. (Часть фонда при возвращении из Казани была утеряна).

В 1950 году академик А.Ф. Иоффе был вынужден уйти из созданного им института и организовать Лабораторию полупроводников. Вместе с ним ушел ряд сотрудников, в том числе библиотекарь Елена Ивановна Гусенкова. Она стала заведующей новой библиотеки Института полупроводников, который был организован в 1954 году. В 1972 году Институт полупроводников был вновь введен в состав ФТИ РАН, его библиотека стала филиалом научной библиотеки ФТИ,



Е.А. Княжецкая



Н.Ф. Шишмарева

обслуживающим лаборатории на площадке в Шувалове.

В 1956 году, еще до открытия Филиала ФТИ в Гатчине, началось комплектование фонда будущей библиотеки Ленинградского института ядерной физики. Из фонда библиотеки ФТИ было передано 4742 ед. хранения. Заведующей библиотеки также стала одна из сотрудниц библиотеки ФТИ Анна Дмитриевна Леонова.

С 1957 по 1966 г. заведующим библиотекой ФТИ работал Михаил Петрович Хвачевский. Под его руководством в отделе была проведена инвентаризация и документальная проверка фонда, были обновлены схемы систематического каталога. В обслуживании ученых стали применяться средства светокопирования; были подготовлены научно-вспомогательные библиографические указатели по различным направлениям фундаментальных исследований, проводимых в ФТИ. В этой работе участвовали сотрудники библиотеки, которые представляли собой уже новое поколение библиотекарей ФТИ, больше связанное с традициями Библиотеки АН СССР — Ревенко Ирина Георгиевна, Бурт Юлия Моисеевна, Леонова Анна Дмитриевна и др. В то время библиотекари, как правило, имели высшее библиотечное или филологическое образование. Ревенко Ирина Георгиевна возглавляла библиотеку почти 20 лет, с 1966 г. по 1985 г. Под ее руководством были организованы выставки новых поступлений журналов из БАН, организована оперативная служба ксерокопирования. В 1984 году открыт зал выставки новых поступлений и новое книгохранилище.

Институт развивался и рос, открывались новые лаборатории, и читателей становилось все больше. В среднем, посещаемость в 1960–1980 гг. составляла 300–400 человек в день. Число сотрудников библиотеки выросло до 12 человек, один из них был прикомандирован к патентному отделу института. Централизованных средств на покупку новой иностранной литературы не хватало, и дирекция ФТИ разрешила библиотеке использовать личный лимит академиков, член-корреспондентов и докторов наук для дополнительных заказов сериальных изданий, обзорных многотомников и трудов конференций за счет средств учреждения.

С 1992 года происходило резкое снижение объема новых поступлений отечественной и иностранной научной литературы на бумажных носителях в связи



Коллектив отдела БАН при ЛФТИ, 1970-е годы. Стоят (слева-направо): Н.И. Блохина, В.С. Воронова, М. Толпарова, Л.П. Никитина, В.А. Арцимович, М.М. Бредова; сидят: В.М. Мягчихина, Э.В. Ерохина, И.Г. Ревенко и Е.Н. Мусолина.

с удорожанием иностранной литературы и уменьшением бюджетных ассигнований на ее покупку. В то время иностранный журнальный фонд формировался только за счет поступлений самых важных физических журналов посредством прямых связей ФТИ с издательствами AIP и IOP Publishing и за счет подписки с помощью благотворительного фонда: Института «Открытое общество» (ИОО), даров Европейского физического общества (EPS), Немецкого научного общества (DFG). Централизованные поступления через БАН зарубежных монографических серий и обзорных ежегодников практически прекратились. В то время самые актуальные иностранные книги удавалось заказать только при помощи ученых ФТИ.

В 1993–1998 гг. покупка новых отечественных журналов, книг и учебников по физике и смежным дисциплинам также была затруднена из-за резкого уменьшения ассигнований. Важно отметить тот факт, что в переломные годы библиотеке удалось удержать ядро фонда, а именно журналы *Physical Review A-B-E*, *Physical Review Letters*, *Applied Physical Letters*, *Journal of Applied Physics*, *Physics of Plasmas*, *IOP: Journal of Physics A-B-CM-F*, и ежегодно заказывать хотя бы 10–15 иностранных важнейших физических монографий.

В 1990-е гг. в библиотеке стали довольно активно внедряться новые информационные технологии. В 1998 г. стали доступны электронные версии журналов AIP и IOP, а через консорциум крупнейших российских библиотек, членом которого являлась БАН, библиотека получила доступ к журналам издательства Springer и Elsevier на сервере «Электронной библиотеки» РФФИ. В современных условиях библиотека научного профиля перестает быть только документальным собранием журналов и книг. Значительная часть новых поступлений — это уже



Научная библиотека, читальный зал, 1980-е годы



Празднование 75-летнего юбилея Научной библиотеки, 1998 г. Слева направо: Иванов Ю.Л. (ФТИ им. А.Ф. Иоффе), Е.И. Ванягина (зав. Научной библиотекой 1986–2003 гг.), В.П. Леонов (директор БАН 1989–2016 гг.), И.М. Беляева (директор БАН с 2016 г. по настоящее время)

цифровая, электронная информация, в том числе на электронных носителях и по сети Интернет.

В этот период Научной библиотекой руководила Ванягина Елена Ивановна, возглавившая отдел БАН при ФТИ им. Иоффе в 1986 году. Елена Ивановна активно внедряла системы управления базами данных для обработки информационно-библиотечных массивов CDS/ISIS и ИРБИС в практику работы академической научной библиотеки, также в 1979–1984 гг. преподавала в ЛГИК им. Крупской, принимала участие в семинарах и конференциях.

В настоящее время Научной библиотекой ФТИ руководит Марина Феликсовна Парыгина. Марина Феликсовна окончила библиотечный факультет Ленинградского ордена Дружбы народов государственного института культуры им. Н.К. Крупской по специальности «Библиотековедение и библиография», в Библиотеке Академии наук работает с 1985 года. Участвовала в восстановительных



Коллектив отдела БАН при ФТИ, 2003 г. Стоят (слева направо): Е.В. Калинина, Н.А. Хоровская, Н.А. Копылова, Л.Н. Степанова, Н.В. Кошаева; сидят: О.Д. Симбирцева, Е.Е. Васильева, Т.Н. Грачева, зав. Научной библиотекой М.Ф. Парыгина

работах после пожара 1988 года. В Научной библиотеке (филиал БАН при ФТИ им. А.Ф. Иоффе) работает с 1997 года. Занималась комплексом работ по каталогизации монографий, организации алфавитного и систематического каталога отдела, организации электронного каталога и тематических баз данных. С сентября 2003 года возглавляет отдел БАН при ФТИ им. А.Ф. Иоффе.

На сегодняшний день фонд библиотеки включает издания на русском и иностранных языках с конца XIX века по настоящее время по следующим научным дисциплинам: физика, астрономия, математика, химия, техника (в т.ч. электроника, электротехника, материаловедение, вычислительная техника), философия, экономика, языкознание. Видовая структура фонда представлена книгами, монографиями, продолжающимися и сериальными изданиями, в том числе монографическими сериями, обзорными ежегодниками, материалами международных конференций, реферативными изданиями, авторефератами диссертаций, препринтами. Библиотека располагает хорошо подобранным фондом отечественных и зарубежных периодических изданий по физике и смежным дисциплинам, большинство из которых представлено полными комплектами.

На январь 2018 г. фонд составлял 349395 единиц хранения, в том числе 98950 книг. В структуру библиотеки входят два функциональных сектора: сектор фондов и обслуживания и сектор информационно-библиографической работы и каталогизации, а также сектор научной библиотеки в Шувалове на правах филиала.

С 1991 года ведется электронный каталог новых поступлений книг и продолжающихся изданий, электронные базы данных препринтов и авторефератов ФТИ. Электронный каталог отдела БАН при ФТИ на сайте БАН включает библиографические записи на следующие виды изданий: отечественные и иностранные монографии и сериальные издания (с 1960 г.); отечественные периодические издания (с 1874 г.); иностранные периодические издания (с 1799 г.); препринты



Читальный зал Научной библиотеки после реконструкции, 2010 г.



Презентация книги А.Б. Березина «Самоорганизация материи» («Из истории ФТИ им. А.Ф. Иоффе»), 2010 г.

сотрудников ФТИ (поступления с 1964 г.); труды сотрудников ФТИ, библиография (1991–2016). Общее число записей Электронного каталога отдела БАН при ФТИ на май 2018 года — 72439. Поиск и подбор литературы осуществляется с помощью системы каталогов и картотек. В читальном зале находится специально подобранный фонд справочно-библиографических изданий с обширным репертуаром общих и специальных словарей, справочников, библиографических пособий на русском и иностранных языках.

Научная библиотека (отдел БАН при ФТИ им. А.Ф. Иоффе), при содействии администрации и библиотечного совета ФТИ им. А.Ф. Иоффе, активно участ-

вует в проектах национальной подписки. На 2018 год были продлены электронные подписки на все важнейшие зарубежные сетевые ресурсы по тематике научно-исследовательских работ ФТИ им. А.Ф. Иоффе, среди которых: журналы American Physical Society (Американского физического общества); журналы Американского института физики (American Institute of Physics — AIP); журналы издательства Cambridge University Press (CUP); журналы Института физики (Великобритания) — IOP; журналы Оптического общества Америки (OSA); журналы издательства Oxford University Press (OUP); журналы издательства SAGE Publication — пакет SAGE Premier Database; журнал Science online (The American Association for the Advancement of Science); журналы издательства Taylor & Francis; база данных INSPEC на платформе компании EBSCO Publishing; коллекция ежегодников Annual Reviews; журналы издательства Wiley; база IEL издательства IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.) (журналы, материалы конференций, стандарты); “Complete Freedom Collection” издательства Elsevier B.V.; электронные ресурсы издательства Springer-Nature; базы данных WEB of Knowledge и SCOPUS — две общенаучные реферативные БД, содержащие наукометрические показатели цитирования, и др., патентная база данных Questel. Сетевые ресурсы, доступные по этим подпискам, активно используются учеными ФТИ. По результатам поисков в реферативных базах данных в 2017 году было найдено 1352964 документа; количество полнотекстовых статей, полученных сотрудниками ФТИ из коллекций электронных журналов издательств и БД, составило 730407.

Библиотека предоставляет сотрудникам ФТИ право пользования индивидуальным абонементом. Литература также выдается по межбиблиотечному абонементу. В читальном зале библиотеки в Главном здании ФТИ в открытом доступе находятся наиболее используемые журналы за последние годы.

Основная задача библиотеки в настоящее время заключается в бесперебойном информационном обеспечении ФТИ им. А.Ф. Иоффе РАН печатными и электронными ресурсами.

Литература

- [1] М.С. Соминский, *Абрам Федорович Иоффе*, М.:Л. (1964) с. 209.
- [2] Там же, с. 216-222.
- [3] Архив ФТИ. *Отчет ГФТРИ за 1922/23 гг.*

Аспирантура ФТИ

Б.Б. Дьяков

Физико-технический институт, основанный в 1918 году как Физико-технический отдел Государственного Рентгенологического и радиологического института (ГРРИ) и получивший имя своего основателя и первого директора академика А.Ф. Иоффе в 1960, является не только ведущим научным учреждением страны, но и уникальной «кузницей» научных кадров, воспитанники и представители которой все годы существования института работали и работают во многих научно-исследовательских и педагогических институтах, как у нас в стране, так и за рубежом. ФТИ не является высшим учебным заведением, но по замыслу своего основателя самым тесным образом связан с вузовским образованием, начиная с 1919. Тогда по инициативе А.Ф. Иоффе в Петроградском политехническом институте (затем ЛПИ, ныне СПбГТУ) был основан физико-механический факультет, студенты и выпускники которого получали возможность непосредственно заниматься научной работой в лабораториях ФТИ, а ведущие сотрудники института — преподаванием в ЛПИ.

С течением времени эта связь постоянно расширялась и включала новые вузы, факультеты и базовые кафедры практически по всем специальностям, которые были востребованы в Физико-техническом институте. Первые два десятилетия своего существования он именовался «ФТИ академика Иоффе», а в состав научных учреждений АН СССР вошел только в 1939.

Однако аспирантура в институте существовала с 1925, когда она возникла в стране согласно Постановлению СНК СССР. С этого момента аспирантура стала важным источником пополнения научных кадров ФТИ и многих других институтов, в первую очередь, тех, что «отпочковывались» от своего «родоначальника». Например, когда А.Ф. Иоффе основал Уральский ФТИ в Свердловске (1931), он рекомендовал директором последнего Н.В. Михеева, который в тот момент был еще его аспирантом в ФТИ. Директором другого отпочковавшегося института — знаменитого Украинского ФТИ (Харьков), стал А.Н. Лейпунский, один из первых аспирантов ФТИ, будущий академик АН УССР, а после войны — научный руководитель Физико-энергетического института в Обнинске. Выпускник аспирантуры, будущий академик Г.В. Курдюмов был в числе основателей Днепропетровского ФТИ. Поступивший в аспирантуру в 1930 А.П. Комар впоследствии стал академиком АН УССР, а в 1950–1957 стал вторым в истории института директором. Многие выпускники аспирантуры стали руководителями отделов, лабораторий и направлений во многих других институтах страны, как и в самом ФТИ.

Возможности аспирантуры института с переходом в АН СССР расширились, так как, по мере возникновения академий союзных республик и региональных отделений, аспирантура получала специально выделенные для этого вакансии. Вместе с другими сотрудниками ФТИ, его выпускники-аспиранты становились

руководителями и ведущими сотрудникам научных учреждений республиканских академий, в частности, Казахской, Узбекской, Киргизской, Армянской, Белорусской и т.д. Но, конечно, главным было развитие самой физики во всем многообразии ее областей, развивавшихся в институте.

С первых лет существования аспирантура ФТИ имела численность, вполне сравнимую со штатным составом сотрудников. Так, в 1925 она уже насчитывала 10 человек (среди них был и Лейпунский), тогда как всего в институте было 32 научных сотрудника (при общей численности — 47 человек). При такой «плотности» возрастала роль аспирантов в научной работе института в целом.

Пополнение шло не только с физмеха ЛПИ, но и из других вузов. Так аспирантом ФТИ стал Л.Д. Ландау (еще до окончания ЛГУ, где он учился). Сам Иоффе на всех устраиваемых научных конференциях и в командировках по стране искал наиболее запомнившихся ему участников, особенно среди молодых. Часть из них в скором времени появлялась в стенах ФТИ в качестве стажеров и сотрудников, другие вначале становились сотрудниками дочерней Физико-технической лаборатории, также возглавляемой Иоффе, как, например, И.В. Курчатов, третьи рекомендовались в аспирантуру. При этом кандидатуры проходили контроль со стороны ведомства, которому подчинялся ФТИ. Вначале это был Наркомпрос, потом Наркомтяжпром, затем Академия наук.

Следует отметить, что окончание аспирантуры в первые годы не означало защиты диссертации, т.к. до Постановления СНК СССР 1934 года в стране были отменены все ученые степени и звания (согласно революционному декрету СНК 1918 года). Значимость работ и известность аспиранта формировалась успехами в решении поставленных задач, публикациями, в том числе и в зарубежных журналах, и мнением коллег. Эта деятельность подкреплялась заграничными командировками и стажировкой в лучших институтах за рубежом, осуществлявшихся, в основном, по рекомендации А.Ф. Иоффе. Например, Ландау, как Рокфеллеровский стипендиат, стажировался в институте Нильса Бора, А.И. Лейпунский и Ю.Б. Харитон — у Э. Резерфорда.

Перед основательной реорганизацией ФТИ в 1932, когда в нем были образованы отдел полупроводников (Иоффе) и ядерной физики (Курчатов) и выделены группы сотрудников для новых физико-технических институтов, в составе ФТИ был 91 научный сотрудник, куда директор института включил и 50(!) студентов и аспирантов. За этот период через аспирантуру ФТИ прошли 30 человек. Имена многих из них настолько известны, что при упоминании фамилии сразу же вспоминается и их непреходящий вклад в науку, а не только полученные академические звания и должности. Л.Д. Ландау — это вся теоретическая физика, А.И. Лейпунский — первая реакция расщепления атомного ядра, осуществленная в стране, затем мощнейший линейный ускоритель в УФТИ, который даже немцам оказался не по силам увезти из оккупированного Харькова, первые ядерные реакторы на быстрых нейтронах, Ю.Б. Харитон — это наука о взрывах, потом уже об атомных и термоядерных зарядах и взрывах, С.Н. Журков — это кинетическая теория прочности, А.Б. Мигдал, ученик М.П. Бронштейна, а потом Л.Д. Ландау — это теоретическая ядерная физика, Г.В. Курдюмов — это физика металлов и создание материалов с уникальными свойствами, и многие, многие другие.

В 1939 положение об аспирантуре приняло, в основном, современный вид,

определивший форму и содержание подготовки аспирантов. Но всех дипломантов и аспирантов ФТИ последних предвоенных лет хотелось бы отметить по другой причине — не кончив своих работ и учебы, многие из них ушли на фронты Великой Отечественной войны. Многие, к счастью, вернулись после войны, чтобы не только закончить работу над диссертацией, но и занять ведущие места в послевоенном Физтехе.

Среди поступивших в институт послевоенных выпускников вузов нельзя не отметить Б.П. Захарченко, ученика Е.Ф. Гросса, ставшего академиком. Сложившаяся к тому времени в основном система подготовки кадров базируется на огромном положительном опыте и традициях физтеховской научной школы, определяющей ключевые направления физики в стране и в современную эпоху. Высокая требовательность к уровню подготовки, теснейшая связь процесса подготовки кадров с научно-исследовательской и внедренческой деятельностью способствуют успешной работе аспирантуры. Опыт нескольких послевоенных десятилетий физтеховской аспирантуры и соискательства отмечен рядом сложившихся традиций, корни которых — в опыте первых аспирантов ФТИ. В эти годы об уровне аспирантов можно судить и по числу именных стипендий АН, и по числу пришедших из республиканских академий и отраслевых институтов, и по регулярности присуждения молодым физтеховцам «молодежных» премий. Число диссертаций, например, в 80-е годы исчисляется сотнями. Заметная часть диссертантов (18–20%) — это физтеховские аспиранты.

Научно-образовательная система ФТИ

А.П. Шергин

1. История

Фундамент физтеховской системы подготовки научных кадров был заложен в 1919 году, когда по инициативе А.Ф. Иоффе был создан физико-механический факультет в Политехническом институте, на долгие годы ставший для Института базовым.

В 1925 году, как только вышло Постановление СНК СССР об организации института аспирантуры в стране, аспирантура немедленно была учреждена и в ФТИ. В 1925 в ней училось 10 человек, при этом весь институт насчитывал всего 32 научных сотрудника (при общей численности 47 человек). Через аспирантуру Института прошли многие выдающиеся физики нашей страны С.Н. Журков, Л.Д. Ландау, Н.М. Рейнов, Л.И. Русинов, А.П. Комар, М.В. Классен, А.И. Лейпунский., М.И. Корсунский, Б.Я. Пинес, Б.Н. Финкельштейн, С.С. Прилежаев, Г.В. Курдюмов.

Дальнейшее развитие физтеховской системы подготовки кадров связано с созданием базовых кафедр: кафедры оптоэлектроники Электротехнического института в 1973 г., ряда кафедр в Политехническом институте, вошедших в состав в физико-технического факультета, созданного в 1988 г., специализированной средней школы (ныне лицей «Физико-техническая школа») в 1987 году. В 1998 году по инициативе и при активном участии академика Ж.И. Алфёрова вступил в строй корпус Научно-образовательного центра ФТИ на правах отделения. В НОЦ разместились базовые кафедры. В 2003 году НОЦ стал самостоятельным учреждением РАН.

Сегодня в структуре Института около 65 научных подразделений, объединенных по тематическому принципу в 5 крупных структурных подразделений (Отделений): Отделение физики плазмы, атомной физики и астрофизики, Отделение физики твердого тела, Отделение твердотельной электроники, Отделение физики диэлектриков и полупроводников, Центр физики наногетероструктур. Институт представляет собой коллектив высококвалифицированных научных работников. В его составе работают около 1000 научных сотрудников, из которых более 550 кандидатов наук, 240 докторов наук, 5 действительных членов РАН (академики), 14 членов-корреспондентов. Сравнение с 1925 г. — годом возникновения аспирантуры в ФТИ — показывает, что у Института есть огромный потенциал для наращивания числа аспирантов до 150 и более человек.

2. Аспирантура ФТИ

В 2010 году Институт одним из первых в РАН получил лицензию на право осуществления образовательной деятельности, а в 2013 году прошел аккредита-

цию. По итогам конкурсных отборов в 2014–2017 гг. Минобрнауки увеличило число плановых мест ежегодного приема в аспирантуру ФТИ до 25 человек.

Обучение в аспирантуре ведется по 6 специальностям: физика конденсированного состояния, физика полупроводников, физика плазмы, астрофизика и звездная астрономия, физическая электроника, теоретическая физика. На 1 сентября 2018 г. в Институте обучается 91 аспирант. Помимо этого в лабораториях Института делают свои диссертационные работы еще около 30 прикомандированных аспирантов.

Прием на работу в Институт через аспирантуру — основной источник притока молодых специалистов. Примерно 80% выпускников аспирантуры остаются работать в Институте.

Количество аспирантов по годам

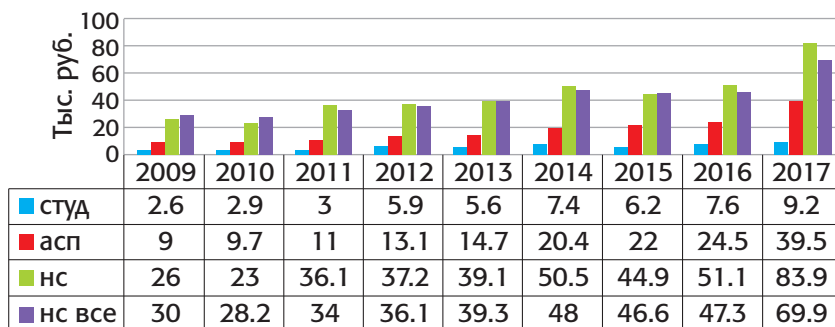
годы	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
кол-во аспирантов	70	72	72	65	70	83	87	86	91

Начиная с 2007 года, разработаны и реализуются принятые Ученым советом ФТИ «Меры по активизации работы аспирантуры ФТИ им. А.Ф. Иоффе». Они включают создание современных, привлекательных для молодежи, рабочих мест, гарантированный прием на работу успешных молодых специалистов, закончивших аспирантуру, выплаты аспирантам и студентам из фонда дирекции и из институтских грантов и хоздоговоров, материальное поощрение аспирантов и их руководителей.

В 2014 году Дирекция выделила из своего ведомственного фонда 9 квартир для молодых ученых Института.

Благодаря активным мерам поддержки аспирантов, предпринимаемым дирекцией Института с начала двухтысячных годов, удалось выйти на показатель доли научных сотрудников моложе 39 лет в 30%

К сожалению, привлечение молодых людей к занятию наукой становится с каждым годом все более трудной задачей. Причины: снижение числа талантливых выпускников вузов, имеющих склонность и способности к научной работе, низкая зарплата ученых, делающая занятие наукой не престижным, устаревшая материально-техническая база большинства академических институтов. Ситуа-



Выплаты научной молодежи, 2009–2017, тыс. руб. мес., (2015–2017 гг. — без РФФИ)



А.М. Калашникова, старший научный сотрудник лаборатории физики ферроиков, лауреат премии Президента Российской Федерации 2014 года в области науки и инноваций для молодых ученых «за вклад в развитие физики сверхбыстрых магнитных явлений и методов сверхбыстрого управления магнитным состоянием вещества»

ция с привлечением в аспирантуру молодежи резко ухудшилась в 2016 году в связи с тем, что закрылось единственное аспирантское общежитие академических учреждений СПб, которое вместе с Академическим университетом перешло из ФАНО в ведение Министерства образования и науки. Институт как может поддерживает материально аспирантов, вынужденных снимать жилье в частном секторе, но эта чрезвычайная ситуация не должна продолжаться вечно.

3. Диссертационные советы

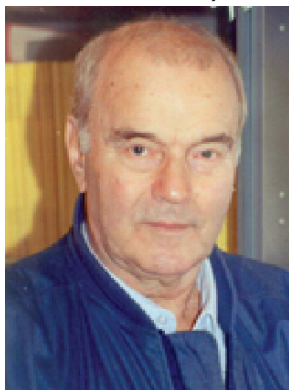
На дату празднования 100-летнего юбилея на базе Института функционирует три диссертационных совета по присуждению степени кандидата и доктора физико-математических наук по специальностям: физика конденсированного состояния, физика полупроводников, теоретическая физика, астрофизика и звездная астрономия, физическая электроника, физика плазмы.

Среднее количество защит в год в период 2012–2018 гг. составило: докторских диссертаций — 3, кандидатских диссертаций — 16.

В соответствии с Федеральным законом № 148-ФЗ Институт и еще три научные организации с 2017 года участвуют в пилотном проекте, в результате которого первыми в России могут получить право самостоятельно присуждать ученые степени. До лета 2018 года разработаны и утверждены Ученым советом Института нормативные документы для организации работы по-новому:

- Положение о присуждении ученых степеней в ФТИ;
- Положение о совете по защите диссертаций на соискание ученых степеней;
- Положение об аттестационной комиссии ФТИ.

Председатели диссертационных советов ФТИ



академик
А.А. Каплянский



академик
Р.А. Сурис



чл.-корр. РАН
В.В. Афросимов

Председатели диссертационных советов ФТИ

В первом квартале 2019 года должно быть завершено формирование составов диссертационных советов на основе принятых положений.

4. Кооперация с вузами: базовые кафедры и совместные научно-учебные лаборатории

Интегрированные научно-образовательные структуры создавались с помощью ФТИ им. А.Ф. Иоффе, начиная с 1919 года, когда был образован Физико-механический факультет в Политехническом институте.

История тесного взаимовыгодного сотрудничества ФТИ с вузами города знала как периоды активизации, так и спада. Первый серьезный удар был нанесен во времена руководства страной Н.С. Хрущёвым, когда была категорически запрещена работа по совместительству в вузах. Сегодня напряжение в отношениях вызывает возникшая конкуренция между учреждениями науки и университетами, в которые, по замыслу руководства страны, должны переместиться научные исследования (по западному образцу). Ученые Физтеха — преподаватели в вузе — обязаны указывать в своих статьях аффилиацию вуза для увеличения публикационных показателей последнего, что нередко является чистой профанацией.

Сегодня 7 базовых кафедр в университетах Санкт-Петербурга играют важную роль в качестве источника пополнения кадров для аспирантуры ФТИ. В их числе:

- Кафедра оптоэлектроники в Санкт-Петербургском государственном электротехническом университете ЛЭТИ (с 1973 г.).
- Кафедра космических исследований в Санкт-Петербургском политехническом университете (с 1978 г.).
- Филиал кафедры физики твердого тела физического факультета Санкт-Петербургского государственного университета (с 1987 г.).
- Кафедра физики плазмы в Санкт-Петербургском политехническом университете (с 1988 г.).

- Кафедра физики и современных технологий твердотельной электроники в Санкт-Петербургском государственном электротехническом университете ЛЭТИ (с 2006 г.).
- Кафедра фотоники диэлектриков и полупроводников в Санкт-Петербургском государственном институте точной механики и оптики ИТМО (с 2016 г.).
- Кафедра «Физико-химическое конструирование функциональных материалов» в Санкт-Петербургском государственном технологическом институте (Технологическом университете) СПбГТИ (ТУ) (с 2018г.).

В научно-образовательный процесс в ведущих университетах Санкт-Петербурга: СПбГУ, СПбГТУ, СПбГЭТУ вовлечено около 200 (25% от общего числа) научных работников Физтеха.

ФТИ им. А.Ф. Иоффе созданы совместные с вузами научно-учебные лаборатории:

- Лаборатория рентгено-топографических методов исследования материалов электронной техники в Новгородском государственном университете имени Я. Мудрого (с 2000 г.).
- Лаборатория рентгенодифрактометрических методов исследования гетероструктур в Кабардино-Балкарском государственном университете, г. Нальчик (с 2002 г.).
- Лаборатория физической динамики процессов теплопередачи (ФТИ им. А.Ф. Иоффе, лаборатория физической газодинамики — кафедра теоретических основ теплотехники СПбГПУ).
- Лаборатория физики и диагностики наноматериалов электронной техники в НИИ физики РГПУ им. А.И. Герцена.
- Лаборатория по физике наноконпозиционных материалов в Псковском государственном педагогическом университете им. С.М. Кирова.

5. Направления развития научно-образовательной деятельности

В подготовленном Институтом в июне 2018 года Паспорте Программы развития Института в числе первоочередных задач:

- существенное увеличение за 5 лет числа обучающихся в аспирантуре ФТИ до 120 человек;
- создание в Институте порядка 100 современных рабочих мест для молодых специалистов в связи со вступлением в строй НИОКР-центра и расширением масштабов деятельности Института в сфере НИОКР;
- создание докторантуры;
- развитие системы базовых кафедр и совместных научно-учебных лабораторий в ведущих университетах Санкт-Петербурга;
- реализация права самостоятельного присуждения ученых степеней, предоставленного Институту Правительством РФ;
- создание лектория для школьников;
- ежегодное проведение Дня открытых дверей для выпускников вузов;
- изучение возможности создания собственной магистратуры для обеспечения необходимого уровня подготовки и численности поступающих в аспирантуру Института;

- создание Научно-образовательного центра (НОЦ) как структурного подразделения Института для решения научно-организационных проблем деятельности аспирантуры, докторантуры, диссертационных советов, взаимодействия с Университетами-партнерами и Промышленными предприятиями-заказчиками, деятельности лектория;
- создание инфраструктурной базы научно-организационной деятельности Института — корпуса НОЦ — путем реконструкции одного из существующих зданий Института.

В структуру НОЦ войдут группы: аспирантуры, докторантуры, взаимодействия с Университетами, взаимодействия с Предприятиями-партнерами, по работе с диссертационными советами, обеспечению деятельности лектория для школьников и взаимодействия со школами.

My way to IT technology from the beginning

В.Н. Гуман

В 1956 году я окончила физфак университета имени А.А. Жданова по специальности «теоретическая и математическая физика». Меня взяли в теоротдел Физтеха в группу Льва Абрамовича Слива. Эта группа занималась теорией атомного ядра и делала очень сложные расчеты для получения результатов. Для этого сотрудницы (без высшего образования) считали по формулам с помощью электрических калькуляторов Reinmetall и Mercedes. Меня сначала посадили считать вместе с ними. Однако, в это время в Москве, в Физическом институте им. С.В. Лебедева, появилась первая ЭВМ, и решили попробовать считать с помощью этой машины. В Первом отделе института мне давали читать систему команд для нее, это был секретный материал. И вот я и И.М. Банд поехали в Москву в институт им. Лебедева.

Машина занимала несколько огромных залов, в которых было очень жарко, все стены были в радиолампах. В центре был пульт управления. Программу надо было набивать на бумажной перфоленте и вводить по команде в память машины. Нужные константы набирались с помощью штекеров на специальной панели. Если в программе надо было что-то изменить, то это делалось с помощью подклеивания новой бумажной ленты.

Были специальные моталки для нахождения места куда подклеить. Все команды мы писали в двоичных адресах. Запущенная программа обычно работала целую ночь, а потом возобновляла работу на следующую. Для отладки программы нам давали время днем, но немного.

В институте им. Лебедева проходили даже конкурсы по программированию. Народ там был очень хороший.

Потом появились ЭВМ в Московском университете и в других местах. Но система команд все время менялась на разных машинах. Наконец, появились первые языки программирования — Алгол (Algol), АЛМО¹, Бейсик (Basic). Но программы на них шли дольше, чем в кодах машины.

Так, в течение примерно пяти лет я ездила в Москву для наших расчетов. Конечно, приходилось самой делать подпрограммы для приближенных методов расчета. Наконец, в начале 60-х годов первая ЭВМ БЭСМ-4 появилась в ЛОМИ АН СССР, на улице Чайковского. Опять новые команды, новые языки программирования. Для физиков это был, конечно, фортран с огромной библиотекой стандартных программ из CERN (Швейцария). Эти программы привозили физики из Гатчины, которые там работали. У нас были связи с Дубной, мы и там считали и обменивались результатами. После БЭСМ-4 появилась очень хорошая ЭВМ БЭСМ-6.

В это время (1971 г.) в Физтехе решили организовать свой вычислительный

¹ Язык АЛМО (Алгоритмический машинно-ориентированный) разработан учеными Института прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН в 1965–1966 гг.

центр и купили БЭСМ-4. Директором тогда был Б.П. Константинов, и он назначил руководителем свою сотрудницу Котову Людмилу, с которой он работал в атомном проекте. Начальником машины взяли Ревенко Володю из Университета.

Тогда проходила Первая всесоюзная конференция по программированию, и мы с Котовой поехали на эту конференцию. Там было очень много интересного, и нам захотелось сделать хороший вычислительный центр у нас, в Физтехе. Образовали отдел математической и вычислительной физики во главе с профессором Уфляндом Яковом Соломоновичем. К сожалению, Люся Котова очень быстро умерла. Я в это время уже была кандидатом наук, и Я.С. Уфлянд предложил мне возглавить группу мат. обеспечения в нашем центре. Тогда это было непросто: надо было научить операторов работать грамотно, достать все необходимые библиотеки подпрограмм и обеспечить консультации для сотрудников ФТИ.

Вместе с А.М. Кузьминым, руководителем ВЦ ФТИ, мы написали руководство по фортрану для пользователей. Кроме того, были поставлены первые системы баз данных, сначала кадровая система. Но никакой организационной поддержки от администрации не было, тогда просто не думали, что такие системы необходимы.

Итак, несколько лет наши физики пользовались услугами ВЦ и ЭВМ БЭСМ-4. В это время в Германии появилась новая ЭВМ фирмы Siemens, у нас она называлась М4030. В Москве был организован институт управляющих машин, который и занимался software. Чтобы купить такую машину, надо было иметь дипломированного специалиста по мат. обеспечению, и меня направили в Киев на шестимесячные курсы. Я их успешно закончила и завязала контакты с московскими специалистами. Потом мы вместе работали над новыми возможностями для этой ЭВМ. Физтех купил эту машину, нам выделили первый этаж корпуса А со специальным охлаждением, комнатами для техников, инженеров и операторов.

Эта машина была мультипрограммной и достаточно быстрой для большинства расчетов наших физиков. М4030 проработала в институте достаточно долго.

Появились так называемые «малые» машины на основе американской PDP-11 (у нас СМ-4). Они были хороши для обработки результатов эксперимента, имели развитую операционную систему, большие магнитофоны, много прикладных программ.

Тогда в ФТИ решили создать группу автоматизации отделов управления и мне доверили ею руководить (на СМ-4). В оргвопросах мне очень помогал Валя Юферев. Ведь никто из администрации не хотел с этим возиться. Нас поддержал начальник отдела снабжения Багаев Валерий Васильевич, и мы даже сделали систему автоматизированного учета заявок на оборудование. А потом сделали нашу систему расчета зарплаты, которая проработала много лет, была довольно удобной и без проблем переносила изменения курса рубля. Только недавно ее заменили на стандартную систему «Парус».

И вот настала пора персональных ЭВМ. Однако руководство института не уловило эту тенденцию, и были куплены две ЕС ЭВМ, потрачено очень много денег. Они, конечно, проработали какое-то время, но недолго.

Не могу ничего сказать о дальнейшем развитии ВЦ, так как начальник отдела ОНТИ Григорьянц Валерий Георгиевич пригласил меня разрабатывать информационно-аналитическую систему ФТИ на основе сайта института, которая бы охватывала все аспекты деятельности и служила справочной системой. Это была очень интересная задача. Мы начали эту работу в 2003 году, сделав сайт для проведения конференции по полимерам. А потом надо было начать учитывать публикации сотрудников, патенты, проекты. Эта работа продолжается и до сих пор.

История создания криогенной станции в Физико-техническом институте

Физика низких температур — одно из направлений фундаментальной науки, которое много лет успешно развивается в Физико-техническом институте им. А.Ф. Иоффе. Именно Абрам Фёдорович был инициатором создания в ФТИ криогенной базы для низкотемпературных исследований. В письме заведующему Главнаукой М.П. Кристи А.Ф. Иоффе писал: «Я предполагаю командировать [Л.В. Шубникова]... в лабораторию Камерлинг-Оннеса. Тов. Л.В. Шубников приглашается проф. де Хаасом... По возвращению оттуда Л.В. Шубников должен устраивать криогенику у нас в институте». Это ходатайство было удовлетворено и имело впоследствии результаты, даже превзошедшие надежды Иоффе¹.

В 1925 году в Физтехе И.В. Обреимов начал исследования спектров поглощения молекулярных веществ в конденсированном состоянии при низких температурах. Вскоре он продолжил эти исследования в Лейденской криогенной лаборатории, основанной Х. Камерлинг-Оннесом и возглавляемой к тому времени В. де Гаазом. В 1929 году Обреимов был назначен директором Украинского Физико-технического института (УФТИ), организованного по инициативе Иоффе. Вместе с Обреимовым в Харькове начали работать 16 физиков из Физтеха. В УФТИ была создана криогенная лаборатория, и институт очень быстро стал ведущим научным центром нашей страны в области физики низких температур. В 1930 году из Лейдена в ЛФТИ вернулся Л.В. Шубников². По просьбе Иоффе Обреимов пригласил Шубникова в Харьков и разделил криогенную лабораторию УФТИ на две — лабораторию кристаллов и криогенную лабораторию с тематикой Шубникова.

Сотрудники ЛФТИ и УФТИ выполнили ряд совместных исследований поглощения тепловых нейтронов при температуре 20.4 К в серебре, кадмии и боре (И.В. Курчатов, В.П. Фомин, Ф.Г. Хоутерманс, А.И. Лейпунский, Л.В. Шубников, Г.Я. Щепкин)³.

А.И. Шальников провел в ЛФТИ при температуре жидкого азота электронографические структурные исследования низкотемпературного конденсата металла (кадмия). Эти исследования он продолжил в Харькове при водородных температурах, вместе с физтеховцами М. Геном и С. Бреслером. В октябре 1935 года Шальников был откомандирован Наркомтяжпромом в Институт физических проблем АН СССР, директором которого был назначен П.Л. Капица. В начале

¹ Бродянский В.М. От твердой воды до жидкого гелия (история холода). М.: Энергоатомиздат, 1995, 336 с

² В 1930 году Л.В. Шубников совместно с В. де Гаазом наблюдал осцилляции магнетосопротивления пленок висмута при низких температурах (эффект Шубникова–де Гааза).

³ Лазарев Б.Г. К истории криогенной лаборатории УФТИ-ННЦ «ХФТИ» (фрагменты), https://www.kipt.kharkov.ua/itp/lazarev/2_2_3.html.

1937 года в ИФП был завершен монтаж оборудования из Мондовской лаборатории, появился жидкий гелий, и начались исследования.

Следует отметить, что одним из величайших достижений Физико-технического института и лично А.Ф. Иоффе являлось создание научной школы и формирование кадрового потенциала, в том числе и в области физики низких температур⁴.

В 1949 году Наум Моисеевич Рейнов организовал в ЛФТИ лабораторию физики низких температур, позднее — возглавил ее. Рейнов сотрудничал с низкотемпературными центрами, которых на рубеже 1940–1950-х годов в стране было всего два — Институт физических проблем в Москве и УФТИ в Харькове⁵. Новой лаборатории требовались ожижители, аппараты для получения жидкого азота, водорода, гелия, сосуды для хранения жидких газов, опытные сотрудники с опытом работы с низкими температурами и др. Ни в Москве, ни в Харькове Рейнову с оборудованием помочь не смогли, но всячески поддерживали советами. В Физтехе с довоенных времен сохранилась старая азотная установка, которая сильно пострадала в годы блокады — была дыра в колонке, часть деталей была испорчена. С восстановления этой установки и началась работа шести сотрудников новой лаборатории.

После запуска азотной установки, было принято решение изготовить установку для получения жидкого гелия, что «некоторым в институте показалось авантюрой». Вскоре жидкий гелий пошел, сразу начались интересные исследования, стали приходить поздравления с пуском низкотемпературного комплекса и посыпались предложения о совместных работах. С этого момента экспериментальная база для работ в области низких температур постоянно совершенствовалась.

В этой лаборатории было получено экспериментальное подтверждение существования экситона (Е.Ф. Гросс и Н.А. Карьев, 1952 г.).

В 1954 году в институт поступил на работу, на должность главного инженера криогенной лаборатории, инженер-механик холодильной промышленности Гайк Арсенович Гукасов. Его глубокие знания в области криогенной техники во многом определили бесперебойное снабжение института жидкими газами. Для обеспечения постоянно растущих потребностей лабораторий института была создана криогенная станция ФТИ.

Под руководством Гукасова постоянно укреплялась производственная база, совершенствовалась криогенная техника, силами сотрудников станции вводились в строй новые установки. Здесь сжижали гелий, получали жидкий азот и кислород, а также азот и кислород в газообразном состоянии.

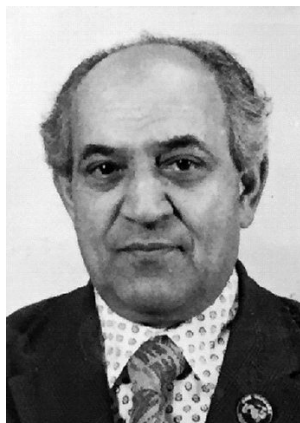
В 1955 году в лаборатории физики низких температур ФТИ старший научный сотрудник А.В. Коган с коллегами начал важную и трудную работу по исследованию ядер, ориентированных при низких температурах. Была создана установка для получения сверхнизких температур. Была показана возможность регистрации испускаемых ориентированными ядрами частиц с помощью про-

⁴ П.Л. Капица и Л.Д. Ландау начинали путь в науку в ФТИ и впоследствии, уже вне стен Физтеха, внесли глобальный вклад в физику низких температур. П.Л. Капица в 1938 году открыл сверхтекучесть гелия-II (Нобелевская премия по физике 1978 г.), Л.Д. Ландау в 1941 году дал квантово-механическое объяснение этого явления (Нобелевская премия по физике 1962 г.).

⁵ Рейнов Н.М. Физики — учителя и друзья. Лениздат, 1975. С. 212.



Н.М. Рейнов



Г.А. Гукасов



С.С. Шалыт

порциональных счетчиков, наполненных гелием.

В 1963–1969 гг. А.В. Коган заведовал низкотемпературной лабораторией. Назначение было сделано по распоряжению Вице-президента АН СССР академика В.А. Кириллина.

В 1954 году А.Ф. Иоффе пригласил Симона Соломоновича Шалыта во вновь организованный Институт полупроводников АН СССР (ИПАН) возглавить лабораторию низких температур. По инициативе Шалыта в лаборатории была создана гелиевая станция (первая в Ленинграде была в ФТИ), что позволило проводить исследования кинетических явлений в полупроводниках и металлах при температурах ниже температуры жидкого азота, а именно температурах жидкого водорода (14–20.4 К) и жидкого гелия (1.2–4.24 К). Вскоре лаборатория стала ведущей в стране по низкотемпературной физике полупроводников, а С.С. Шалыт был введен в Научный совет АН СССР по проблеме «Физика низких температур». По воспоминаниям сотрудников (Д.Д. Прокофьева), установка по получению жидкого водорода и гелия была приобретена ИПАНом у Физтеха, а впоследствии была установлена в корпусе низких температур в Шувалово (в лаб. С.С. Шалыта), где эксплуатировалась много лет. Это была тогда единственная установка, позволявшая получать жидкий водород.

**Приказ № 250
по ИПАН от 23 декабря 1957 года**

За успешный пуск установки для получения жидкого гелия премировать⁶:

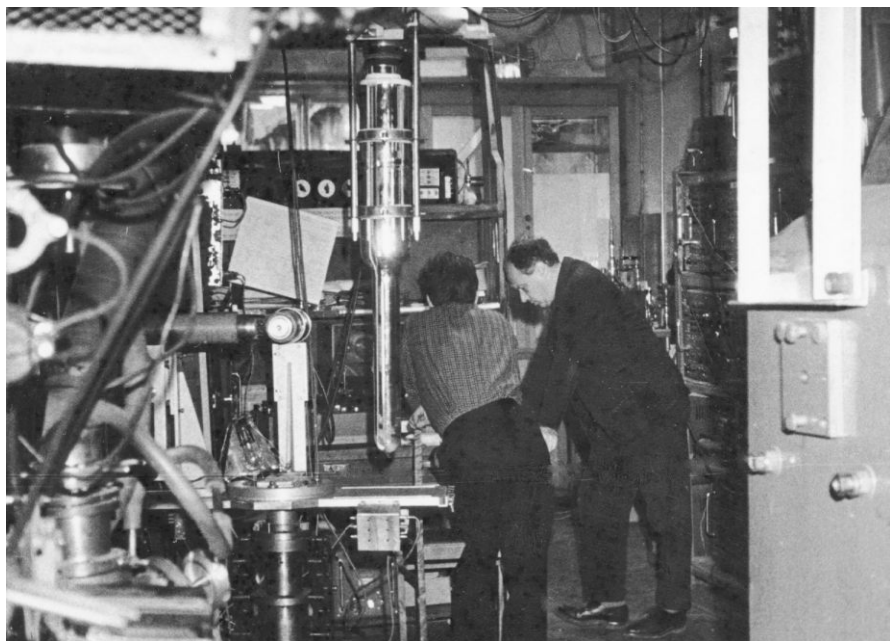
1. Зав. лабораторией С.С. Шалыта — 1500 руб.
2. Мл. научного сотр. И.И. Фарбштейна — 1000 руб.
3. Ст. механика Л.И. Стефаненко — 200 руб.
4. Механика В.Д. Алексашкина — 300 руб.

А.Ф. Иоффе

В 1972 году, после ввода в эксплуатацию лабораторного корпуса ФТИ в Шувалово, там была смонтирована и вступила в строй криогенная станция по ожижению азота и гелия⁷. В штате станции числилось 16 человек, как и на Политех-

⁶ В 1947 году в СССР была проведена денежная реформа (деноминация). В 1957 году средняя зарплата в СССР составляла 757 руб. (<http://www.analysisclub.ru>).

⁷ Текст далее записан Т.Г. Курочкиной в сентябре 2018 г. со слов П.М. Балаева, старшего инженера криогенной станции на площадке ФТИ в Шувалово.



Заведующий лабораторией А.В. Коган (справа) и Е.И. Никулин, 60-е годы

нической площадке. Начальником криогенного участка в Шувалово был Наумов Юрий Павлович. В то время сотрудниками обеих криогенных станций были ветераны Великой Отечественной войны: в Шувалово — Александр Николаевич Пелевин, Николай Алексеевич Дроздов, Петр Константинович Соколов, Яков Николаевич Николаев, Андрей Николаевич Мавричев; на Политехнической — Вадим Михайлович Лисицын, Борис Сергеевич Митин, Владимир Лобанов (токарь).

В 1972 году запустили азотную станцию — установку СКДС⁸, а через год, в конце 1973 года — гелиевую Г-45. На азотной установке работали Борис Борисович Еремин, Виктор Юрьевич Афанасьев и Александр Юрьевич Никифоров. Начальником гелиевой установки был Валентин Александрович Морошкин, его помощниками — Юрий Николаевич Поляков и Павел Михайлович Балаев.

На Политехнической азотная установка СКДС-70 была введена в строй в 1978 году, а через восемь лет смонтировали вторую такую установку. В начале 1990-х В.А. Морошкин стал начальником криогенной станции и руководил ею до 2005 года. Станция располагалась в двух залах — азотном и гелиевом. Позднее главным инженером криогенной станции Института работал Василий Львович Преображенский.

Двигатель Стирлинга (газовый двигатель поршневого типа с внешним подводом тепла, т.е. двигатель внешнего сгорания) может работать и в режиме холодильной машины — обратный цикл Стирлинга. Для этого его приводят в движение любым другим внешним двигателем, в том числе с помощью другого «стирлинга». Такие машины оказались эффективны для сжижения газов. Если не тре-

⁸ Стационарная кислород-азот-добывающая станция (СКДС) предназначена для получения жидкого и газообразного кислорода, жидкого и газообразного азота.



В лаборатории, слева направо: Е.Ф. Гросс, Н.М. Рейнов, (?), проф. Грийо, Б.П. Захарченя, 1958 г.

буется больших объемов (например, в условиях лаборатории), то «стирлинги» выгоднее, чем турбинные установки.

Помощь в создании криогенной станции в ИПАН и ФТИ оказали физики «дочерних» институтов — УФТИ в Харькове и УралФТИ в Свердловске (ныне институт физики металлов УФАН СССР). Борис Георгиевич Лазарев, выдающийся ученый и организатор науки в области физики низких температур и сверхпроводимости, вспоминал: «С начала 50-х годов начали создаваться криогенные лаборатории в Ленинграде, Киеве, Свердловске, Сухуми, Баку. Особо ценным считаю то, что наш институт (УФТИ — *Примеч. ред.*), именно криогенная лаборатория, по просьбе А.Ф. Иоффе оказала помощь в этом деле — в 1953 году⁹ в ЛФТИ начала работать первая в этой серии криогенная лаборатория, организованная Н.М. Рейновым¹⁰».

В ноябре 2001 года на Шуваловской площадке вступила в строй третья азотная установка СКДС. В том же году была модернизирована старая гелиевая установка Г-45 и на ее базе введена в строй КГУ-150 с производительностью 40 литров жидкого гелия в час.

Обеспечение Института жидкими газами было бесперебойное. Физтех некоторое время даже оказывал помощь НПО «Электронмаш», заводу «Электросила» в снабжении жидким гелием криогенератора и обеспечивал жидким азотом Больницу РАН.

В 2004 году на Политехнической площадке была смонтирована и введена в строй новая гелиевая установка Linde TCF-10, а затем, в 2007–2009, новая азотная установка StirLIN-8. Осуществлял монтаж и ввод в эксплуатацию Василий

⁹ Лаборатория низких температур была организована в ЛФТИ в 1949 г.

¹⁰ Лазарев Б.Г. К истории криогенной лаборатории УФТИ-ИИЦ «ХФТИ» (фрагменты), https://www.kipt.kharkov.ua/itp/lazarev/2_2_3.html.

Львович Преображенский.

На криогенной станции, в азотном зале, работает целая династия «криогенщиков» — семья бывшего начальника станции В.А. Морошкина: его жена Валентина Николаевна, дочь Инна Валентиновна Веселова (с 2015 г.), внук Владислав (с 2017 г.).

Хотелось бы отметить, что Физико-технический институт — один из немногих среди учреждений Академии наук и университетов, сумел сохранить производство жидкого гелия и азота в 90-е годы.

Составлено Р.Ф. Витман по материалам, предоставленным
М.П. Волковым, Т.Г. Курочкиной, В.О. Скворцовой
и другими сотрудниками Физтеха.

Международные научные связи Физтеха в годы холодной войны

Записки ученого секретаря Совета
по международным научным связям ФТИ в 1966–1976 гг.

А.Б Березин

Год 1966, XX съезд партии, начало оттепели. В Физтехе сняли вооруженную охрану на входе в Главное здание, понизили форму допуска для большинства лабораторий, и сотрудники стали потенциально выездными. Народ устремился к живому общению. Зарубежные коллеги тоже захотели общаться с таинственными советскими анонимами из-за железного занавеса. Короче, занавес затрещал и подался с обеих сторон. Вместо одиноких вояжей отдельных патрициев, по которым принимались специальные постановления в высших сферах, появилась неотложная потребность и у рядовых сотрудников «людей посмотреть и себя показать». Престижные заграничные поездки, прежде недоступные, стали возможными, а для дальнейшего развития науки просто необходимыми. Формально существовавший в Физтехе Совет по международным научным связям столкнулся с объемом работы, превышающим его возможности. Дирекция решила его реорганизовать, расширить и нацелить.

Б.П. Константинов, недолго думая, назначил меня секретарем Совета и дал напутствие: «Учтите, — сказал он, — что вы будете отвечать не только своей головой, которая сравнительно недорого стоит, но репутацией всего института, которая стоит гораздо дороже. Не допускайте, чтобы у вас возникла ситуация с иностранными гостями, подобная той, что сложилась в институтах X, Y, Z. Там у иностранных ученых обнаружили вредоносную литературу, которую, судя по всему, им же и подбросили их советские коллеги. Иностранцев посадили, осудили, а потом поменяли на наших попавшихся агентов. Такой научный обмен нам не нужен. Проявляйте здравый смысл при составлении заявок на заграничные командировки. Избегайте формализма. Иногда анкетные данные ни о чем не говорят и ни от чего не гарантируют. И вообще, отличайте научный обмен от научно-го обмана», — сказал он и задумался. Наверное, вспомнил свои собственные анкеты, от которых в свое время Лаврентий Павлович падал в обморок.

После этих напутствий я ощутил поддержку могучего Б.П. и начал свою деятельность. Прежде всего надо было определить действительную потребность в международных научных связях для лабораторий и установить действительные, а не мнимые приоритеты. Затем, надо было подготовить потенциальных участников международных проектов к профессиональному общению, чтобы они могли обсуждать научные проблемы с коллегами на их языке.

Дирекция в этом вопросе нас всецело поддержала. Договорилась с кафедрой иностранных языков Академии, и вскоре у нас в рабочее время заработали курсы английского и французского языков. Руководили ими лучшие препода-

ватели кафедры: Е.Л. Власова, Л.Н. Смирнова, Т.Н. Михельсон, С.З. Ластовка и другие. Особенно вдохновенно работала жесткая и требовательная Людмила Николаевна Смирнова, которая к тому же написала один из лучших учебников английского языка для физиков. Кроме регулярных курсов, были организованы занятия для синхронных переводчиков. Синхронисты Физтеха во главе с Г.П. Скребцовым быстро завоевали всесоюзную и международную популярность. Их приглашали на конференции МАГАТЭ, ООН и даже Всесоюзного географического общества. Дирекция к этой деятельности относилась снисходительно, понимая, что без должной практики эта группа может потерять необходимый профессиональный навык. Предпринимались попытки организовать подобные группы в других институтах Академии наук и на самой кафедре иностранных языков, но они потерпели фиаско.

Председателем нашего Совета был зам. директора ФТИ Н.В. Федоренко. Развитие международных связей было не только его прямой должностной обязанностью, но и любимым делом, его хобби, можно сказать. В лице Николая Васильевича институту, да и всей Академии наук, сильно повезло.

Н.В. Федоренко совместно с В.С. Комельковым из Курчатовского института организовали поездку на большую Международную Конференцию по Физике ионизованных газов в Белграде. В составе советской делегации было 146 человек.

Это была самая большая группа советских ученых на международной конференции за все годы советской власти. Для югославы это тоже явилось прорывом. После стольких лет глухого озлобленного молчания и неприязни, прекращения всяких связей, полтора года «братушек» приезжают восстанавливать братские узы и научные контакты. Единственной проблемой для хозяев конференции стала организация синхронного перевода докладов. Эту проблему решила наша группа ФТИ. На конференции взошла звезда, как было признано, лучшего синхронного переводчика всех времен и народов — Георгия Петровича Скребцова. И она ярко светила все последующие тридцать лет.

Николай Васильевич Федоренко был счастлив, получив много благодарственных писем от советских и зарубежных коллег. Через два года он оказался сам председателем Международной конференции по атомным столкновениям, проходившей в Ленинграде. ФТИ становился одним из мировых центров атомной физики. На конференцию приехали все мировые столпы атомной науки. Многие из них, главным образом, американцы были приглашены в качестве гостей Академии наук. Через два года американские атомщики пригласили на аналогичную конференцию 24 советских участника по рекомендации Н.В. Федоренко. Административные заботы по организации этой поездки он возложил на меня.

Когда по прилете, в аэропорту Кеннеди, по громкой связи объявили, что прибывшего из Ленинграда мистера Березина ожидает автомобиль, Николай Васильевич пошел со мной к стоянке и увидел там огромный кадиллак с буквами *PPL* на боку, что означало *Plasma Physics Laboratory*, и огромной надписью *U.S. Government*. Николай Васильевич побледнел, и самые страшные мысли пронеслись в его голове. Он спросил: «А почему Правительство США?» «А потому что государственная лаборатория. Ну, как у нас было бы ФТИ АН СССР, если бы мы помечали свои автомашины. «А почему громкой связью на весь

аэропорт?» «Не хотели с бумажкой бегать по всему залу, как у нас принято. Не волнуйтесь, Николай Васильевич, все в порядке». Но он в этом был не уверен и спросил: «А почему такой большой кадиллак?» «Наверно, у них в гараже не нашлось Жигулей или Волги. Какой был, такой прислали». «Мы увидимся еще?» — спросил он со слабой надеждой. «Обязательно, ровно в 15 часов, в вашей комнате в Гарварде».

На самой конференции американцы узнали о том, что независимые измерения температуры плазмы Токамака, проведенные в ИАЭ группой Федоренко из Физтеха и английскими лазерщиками, совпали и показали результаты, близкие к расчетным. В мировом термояде началась эра Токамаков. Метод измерения температуры, развитый в ФТИ, был принят во всем мире.

Бушевала холодная война, но наша диагностическая команда была самым желанным гостем на термоядерных установках в Германии и США. Одновременно с этим рос авторитет ФТИ в мировом термоядерном сообществе. В тяжелые годы развала советской науки прекратили свои работы термоядерные лаборатории в СССР, и только во ФТИ продолжались исследования по нагреву плазмы в принципиально новых устройствах принципиально новыми методами. Эти исследования продолжались благодаря неиссякаемому энтузиазму сотрудников ФТИ — В.К. Гусева, Е.З. Гусакова, С.В. Лебедева и многих других. Эти исследования были бы невозможны без активного сотрудничества с американскими учеными, инициированного академиком В.Е. Голантом.

Во времена холодной войны научная общественность, там где она существовала, фрондировала запретительные устремления бюрократии и всячески тянулась к контактам с братьями по разуму. В те годы возникали неформальные невидимые союзы ученых разных стран, среди которых наиболее значительным стал *Invisible College of Plasma Physicists*. Были свои колледжи и у ядерных физиков, и у астрофизиков, и у теоретиков. Чем дальше от военного или коммерческого применения были исследования, тем ближе и сильнее становились эти связи. Поистине, холодная война была золотым временем для развития дружбы между учеными разных стран. ФТИ в то время заключил ряд неформальных соглашений о сотрудничестве с лабораториями Англии, Голландии, Швеции, США, Франции и Германии. Когда мы спросили профессора Кистемакера, директора голландского Института молекулярной и атомной физики, собирается ли он представить на утверждение своему правительству соглашения между нашими институтами, составленные в каком-то амстердамском баре, он возмущенно ответил: «Какое дело правительству! Это наше соглашение, оно будет осуществляться на деньги, заработанные институтом». Мы промычали, что у нашего института своих денег нет. Тогда Кистемакер сказал, что все наши расходы он тоже берет на себя.

Соглашение, подписанное в амстердамской пивной, действовало на протяжении 25 лет, пока был жив Яап Кистемакер. Аналогичное соглашение было у нас и с институтом Макса Планка.

Именно в годы холодной войны развернулось массовое движение ученых за мир и полное запрещение ядерного оружия. Мощным аргументом этого движения явилась концепция *ядерной зимы*. Вначале отношение к этой концепции было неоднозначным. Нам в Физтехе Выборгский райком запретил представить на семинаре доклад академика М.М. Будыко по этому вопросу. В 1984 году на засе-

дании Генеральной Ассамблеи С.П. Капице как члену Совета Европейского физического общества (ЕФО) предложили выступить с инициативой обсудить тему ядерной зимы на предстоящей конференции ЕФО, чтобы, наконец-то, прийти к какому-то согласованному мнению мирового физического сообщества. Сергей Петрович отказался, сославшись на то, что инициативы часто наказуемы, тем более те, которые не поддержаны Президиумом Академии. Однако в разговоре со мной заметил, что если я захочу, то, как лицо безответственное, могу сделать это предложение от себя. Я захотел... и сделал. Еще Генеральная Ассамблея не кончилась, как ко мне обратились коллеги из Италии, Франции, Германии. Они сказали, что, считая тему чрезвычайно актуальной, уже организовали оргкомитет по подготовке этой конференции, и просят меня никакой активности дальше не проявлять, сидеть тихо, держать *low profile*, чтобы никто не мог в этой инициативе усмотреть «руку Москвы».

Конференция была намечена на осень следующего 1985 года. Но первого апреля 1985 года ночью исчез в Мадриде и бесследно пропал наш главный специалист по расчетам *ядерной зимы* В.В. Александров, сотрудник Вычислительного центра Академии наук. Событие это стало потрясением для всего мирового физического сообщества. Появилось много версий, конспирологических теорий. Никто ответственность за трагедию на себя не взял. Ральф Сагдеев обратился к Эдварду Кеннеди, приехавшему на заседание советского комитета «В защиту мира», с просьбой узнать в ЦРУ, не их ли это работа. Сенатор через некоторое время сообщил, что ЦРУ категорически отмежевалось и посоветовало поискать в другом месте.

Предполагаемая конференция была перенесена на неопределенное время, но все-таки состоялась в сентябре 1986 года в Женеве при усиленных мерах безопасности со стороны швейцарских властей. Конференция пришла к консенсусу о научной достоверности сценария *ядерной зимы* в случае крупномасштабной ядерной войны. Резюме было направлено всем странам — коллективным членам ЕФО, и дискуссии о научной достоверности концепции *ядерной зимы* перестали быть актуальными и сами собой прекратились. Во вступлении к книге о новом мышлении М.С. Горбачев отметил, что именно научное сообщество оказало решающее влияние на признание ядерной войны как абсолютно неприемлемого средства для решения международных конфликтов. В настоящее время такого категорического мнения не наблюдается, и научное сообщество этой проблемой, по-видимому, перестало интересоваться. Даже напротив, обновилась концепция ядерного цунами, развивающая идеи академика Сахарова в период, когда он еще не был борцом за мир и права человека.

Европейское Физическое Общество было создано в 1968 году. В его создании активное участие принял академик Арцимович. С самого начала ЕФО положило в основу своей деятельности принцип международного интернационального сотрудничества, свободного от политических собраний и национальных предпочтений. Официальным языком ЕФО был объявлен английский, что, в общем, противоречило установившемуся обычаю иметь русский язык в качестве одного из официальных. Лев Андреевич Арцимович четко заявил: «Мы не ООН, мы организация профессионалов. Раньше языком физики был немецкий, теперь английский. Может быть, через 50 лет им станет китайский или русский. Незачем возводить языковые барьеры без надобности». Его спросили, значит ли это,

что русские физики будут общаться со своими коллегами на английском. «Значит!» — твердо сказал Лев Андреевич.

Попытки политизировать деятельность ЕФО также были пресечены с самого начала, когда встал вопрос о приеме в ЕФО Греческого общества физиков. Член Совета ЕФО от Югославии потребовал, чтобы представители в Совете от соцстран голосовали против приема в ЕФО представителей режима «черных полковников», проявив тем самым социалистическую солидарность и политическую мудрость. Все взоры обратились на Г.А. Смоленского как члена Совета от Советского Союза. Но мы не поддались на эту провокацию, потребовали письменного заявления от Югославской Академии наук. Был объявлен перерыв, после которого югославский профессор Синдра сообщил, что его Академия не поддерживает это предложение, и он его снимает. Больше никаких поползновенных политизировать деятельность ЕФО я не припомню.

Тесные контакты с ЕФО позволили ФТИ провести целый ряд важных научных форумов и способствовать своевременным публикациям наших научных работ, укрепив наш приоритет в целом ряде областей таких, как физика плазмы, физика полупроводников, астрофизика, атомная физика и физика полимеров.

Надо сказать несколько слов и о самой атмосфере, в которой осуществлялись наши международные связи в эти годы. Они проходили как бы вне этой душающей системы, полной запретов, подозрений и ограничений. Например, полагалось перлюстрировать приходящие сотрудникам письма из-за рубежа. Мы отдавали их им в руки, не вскрывая, или они их сами забирали в гардеробе. Это было вопиющим нарушением, противоречащим всем инструкциям. Мы игнорировали их! Зато мы могли открыто смотреть в глаза своим коллегам. Полагалось иметь специально оборудованную комнату для переговоров с иностранцами. С теми же, кого приглашала дирекция, в кабинете дирекции и разговаривали. С иностранными гостями беседовали в лабораториях, буфете, ресторане Дома Ученых, просто дома, в конце концов. У нас не было взаимных страхов.

Иностранцы наравне со всеми участвовали в общественной жизни, ездили на овощебазу в Коломяги и в совхоз в Романовку. Выезд всемирно известного ученого Грибова с его школой на овощебазу остался у них в памяти в качестве сильнейшего впечатления от пребывания в Союзе, но отнюдь не портил общего впечатления. Они ездили на уборку картошки как на пикник. И мы не могли и не хотели лишать их этого «праздника».

Железный занавес усложнял процедуру переписки. Например, приглашения на участие в конференции или для совместной работы часто присылали слишком поздно, чтобы на них можно было реагировать. У нас в Академии наук все планировалось за год вперед. Все, что не попадало в план мероприятий следующего года даже не рассматривалось, и на такие приглашения институты, как правило, не отвечали. В ФТИ отвечали на все письма самым вежливым образом. Поэтому иностранные корреспонденты часто направляли письма нам с просьбой помочь им связаться с советскими коллегами и, по возможности, ответить на поставленные вопросы. У нас установилась репутация надежного зарубежного партнера, к которому можно было обратиться по любому поводу.

Стоит отметить, что ФТИ явился альма-матерью для кубинской физики. Без громких слов, после поездки на Кубу Б.П. Константинова и Ж.И. Алфёрова, была организована подготовка кубинских специалистов в области физики по-

лупроводников и голографии. Ряд молодых кубинских стажеров успешно защитили кандидатские диссертации в ФТИ и возглавили лаборатории на Кубе. В сотрудничестве с кубинской стороной проявился дух Физтеха — дружелюбный, деловой, скромный и самоотверженный.

Могут ли сейчас международные научные связи играть такую же значительную роль, как и в годы холодной войны? Не уверен. Профессиональные связи все больше переходят на индивидуальный уровень, все сильнее коммерциализуются. Уже появляются российские ученые-миллионеры и миллиардеры. Распадаются неформальные колледжи, да и интерес к российской науке постепенно ослабевает. Мы уже больше не страна мечтателей и ученых, чего от нас ждать?

Новое мышление, на фоне которого развивались международные научные связи времен холодной войны, постепенно иссякло. Железный занавес рухнул, но взаимное неприятие растет. Старые враги становятся новыми, хотя непримиримых противоречий между ними как бы и нет. Тут капитализм — там капитализм, везде демократия, а оружие бряцает все громче. Ядерной зимы вроде бы никто уже и не боится, как и ядерного цунами, которое «до Сибири не дойдет, а Санкт-Петербург и Владивосток... — да и хрен с ними». Так рассудил «большой ученый», вице-президент Академии геополитических наук Константин Валентинович Сивков. Сценарий с ядерным подрывом Тихоокеанского разлома Эндриус в Калифорнии и Йеллоустонского мегавулкана все чаще фигурирует в статьях К.В. Сивкова. А что же другие ученые? Их обозвали лжеучеными, и они молчат. Это «молчание ягнят» мы и наблюдаем накануне славной даты — 100-летнего юбилея Физико-технического института, якобы Академии наук.

Проблемы обороны страны и Физтех. (Кратко об истории гонки вооружений)

В.В. Косарев

Гражданская война в Испании в конце 30-х годов имела заметный отклик во всем мире. За событиями войны пристально наблюдали как высокопоставленные политики, так и простые люди. Если левая общественность рассматривала ее как противоборство испанского народа с фашизмом и реакцией, то сторонниками правых идей этот конфликт трактовался как борьба созидающих, национально ориентированных сил страны с разрушителями-коммунистами. По мнению историка Дмитрия Прокофьева война в Испании была для Сталина попыткой проверить насколько реальна мировая революция в виде победы революционного движения в европейских странах [1]. Сталин убедился в несостоятельности расчетов Л.Д. Троцкого на «перманентную мировую революцию», которую организовать не удастся и никакого массового рабочего движения не получается [1]. Единственно возможной Сталин стал считать военную экспансию своей собственной модели социализма. Его недавние соперники по войне в Испании, Гитлер и Муссолини, были ему явно ближе, чем лидеры «буржуазно-демократических стран», поэтому не удивительна его переориентация на союз с гитлеровской Германией в 1938 году, когда Англия, Франция еще проводили политику «умиротворения агрессора» и подписали Мюнхенское соглашение о передаче Германии Судетской области под предлогом «обеспечения там безопасности немецкого населения» (составлявшего в ней подавляющее большинство). Но уже в марте 1939 года германские войска вступили в Прагу, и Чехословакия прекратила свое существование, после чего СССР получил английское предложение обсудить совместно с Францией и Польшей меры, необходимые для сопротивления германской угрозе. Сталин сразу поставил вопрос о пропуске советских войск через территории Польши и Румынии, чтобы занять позиции к началу возможного военного конфликта, но руководство как Польши, так и Румынии боялось Сталина не меньше чем Гитлера, и они не дали на это согласия¹. Одновременно с декабря 1938 года шли и советско-германские контакты. Сталин поначалу занимал выжидательную позицию, но уже в мае 1939 года он заменил на посту главы комиссариата иностранных дел Максима Максимовича Литвинова (урожд. Меера-Геноха Моисеевича Валлаха), который всегда выступал за союз с Англией и Францией, на Вячеслава Михайловича Молотова (урожд. Скрябина). В результате этих контактов Риббентропом, Сталиным и Молотовым 24 августа был подписан советско-германский пакт о разделе Восточной Европы, а 25 августа в Лондоне появилось второе англо-польское Соглашение о взаимопомощи (первое было подписано 6 апреля, соглашение Польши

¹ В Польше помнили о походе Тухачевского на Варшаву, а в Бухаресте — об отказе СССР признать границу по Днестру.



А.П. Александров

и Франции — 15 мая), после чего 1 сентября 1939 г. началась Вторая мировая война.

Неудивительно предчувствие А.П. Александрова в 30-е годы, что война уже вот-вот начнется, и что она станет соревнованием в сфере технологий. Это понимал и А.Ф. Иоффе, старавшийся внести вклад в эту сферу со стороны фундаментальной науки и оградить ФТИ (ЛФТИ) от постоянных нападков за то, что институт, как часто утверждалось, якобы не приносит прямой пользы народному хозяйству. Кроме того, Иоффе всегда увлекало практическое использование достижений физики в технике, что отражено в названии Физико-технического института. Поэтому он дважды приводил в Физтех людей из руководства ВМФ. В один из визитов среди них был командующий Балтийским флотом И.С. Исаков. Он рассказал ученым, что предполагаемое оружие, которое может быть противопоставлено нашему флоту — это магнитные мины и акустические торпеды с неконтактным магнитным взрывателем [2, с. 56–60].

Магнитные мины, акустические торпеды

В ФТИ были две лаборатории, где занимались физикой магнитных явлений — под руководством Якова Григорьевича Дорфмана и Исаака Константиновича Кикоина. Однако браться за работу, связанную с ВПК, в крутые сталинские времена было очень небезопасно, и оба профессора отказались, сославшись на сложность задачи и занятость другими проблемами. Тогда Иоффе обратился к молодому и полному энтузиазма заведующему лабораторией электрических и механических свойств полимеров А.П. Александрову.

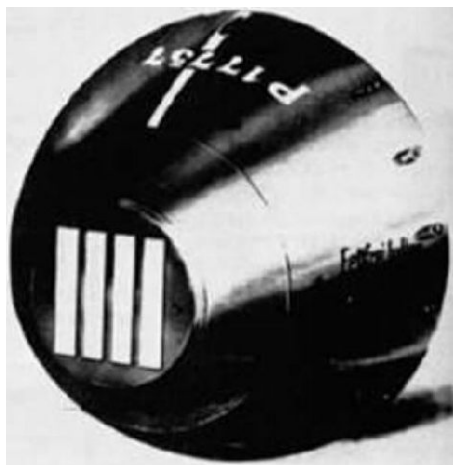
Как вспоминает Александров, его группе быстро удалось выяснить, что ми-

ны могут реагировать главным образом на вертикальную составляющую магнитного поля, которую можно сравнительно легко компенсировать с помощью горизонтальной обмотки вокруг корпуса судна. В результате к апрелю 1941 года методика защиты от магнитных мин была разработана, опробована и представлена военным на совещании Военного Совета флота, где присутствовали глава города А.А. Жданов, адмирал Н.Г. Кузнецов, Л.М. Галлер и И.С. Исаков. Кузнецов начал высказывать сомнения: требуется много кабеля, работы потребуют отрыва кораблей от службы и т.д. Но тут Жданов сказал, что кабель можно получать от немцев, а если время будет упущено, то могут быть большие потери. После этого работы, наконец, развернулись по-настоящему, но времени и кабеля на них не хватило [3].

В отличие от Великобритании, где работа по созданию новых типов взрывателей магнитных мин и разработке методов защиты от них на протяжении многих лет велась планомерно, в СССР все держалось почти на голом энтузиазме. Примерно на третий месяц войны Британия прислала к нам группу своих экспертов по размагничиванию с приборами и описанием систем. Это расширило возможности наших специалистов и ускорило ход работ. В ряде случаев британские системы оказались удобнее, например, безобмоточная система для подводных лодок. Для надводных кораблей советская система оказалась эффективнее британской, но выяснилось, что промышленность не в состоянии обеспечить эти работы достаточным количеством кабеля. Поэтому размагнитить удалось лишь отдельные корабли ВМФ, а с транспортом торгового флота у нас, в отличие от англичан, дело обстояло хуже [3]. Только с 15 по 31 мая 1943 года на участке Волги, от Черного Яра до Камышина, противник установил 204 неконтактные мины (половина общего количества мин, поставленных вражеской авиацией за всю навигацию), еще 131 мина оставалась с 1942 года. В период с 29 апреля по 15 мая 1943 года подорвались на вражеских минах груженные нефтепродуктами баржи «Тарлык», «Комсомолка», «Катунь». Только на «Катуни» находилось 9600 тонн авиационного бензина. В тот же период подорвались канонерская лодка «Усыкин», четыре тральщика, буксирные пароходы «Ваня-коммунист», «Сергей Лазо» и «Ереван», четыре промысловых судна рыболовецкого флота, буксировавшие баржи [4].

Кроме того, в начале 1942 года немецким конструкторам удалось разработать первую акустическую торпеду с неконтактным магнитным взрывателем Т-4 “Falke” («Ястреб»), а вскоре появилась и следующая разработка Т-5 “Zaunkönig” («Крапивник»), поступившая на вооружение в сентябре 1943 года. Торпеда предназначалась в первую очередь для борьбы с эскортными кораблями конвоев союзников, но могла использоваться и против транспортных судов.

В конце июля 1944 года в Финском заливе, у финского города Койвисто (ныне Приморск), была потоплена немецкая подлодка U-250. В сентябре ее подняли и доставили на базу ВМФ в Кронштадте. На борту лодки были обнаружены секретные документы, шифровальная машина Enigma, а также три новейшие торпеды Т-5 Zaunkönig. Узнав об этом, Черчилль обратился с личным посланием к Сталину: «При помощи этой торпеды было потоплено и повреждено 24 британских судна, в том числе пять судов из состава полярных конвоев, направляемых в Россию. Мы считаем получение одной торпеды Т-5 настолько срочным делом, что были бы готовы направить за ней самолет в любое удобное место, на-



Антенна торпеды Т-5

значенное Вами» [5]. По договору с союзниками Советский Союз тогда делился с ними трофейной информацией, поэтому после изучения торпеды были привезены в Петропавловский собор и в январе 1945 года в соответствии с договором представлены британским военно-морским экспертам² [6]. Устройство головки самонаведения состояло из 26 реле, 11 ламп, 1760 контактов и 330 метров проводки, но основным элементом была гидроакустическая антенна из четырех вертикально расположенных пластин ферромагнетика. Использовался эффект магнитострикции (точнее, магнитоупругий эффект или обратная магнитострикция, также известная как эффект Виллари): под воздействием звуковых волн от корабля пластинчатый приемник антенны деформировался и вибрировал, из-за чего менялось состояние его намагниченности [7]. Установив рабочие частоты головки самонаведения, удалось создать эффективную буксируемую отвлекающую мишень. Для уменьшения шумов немцы срезали носовую часть торпеды, в результате при движении торпеды перед антенной образовывалась область стоячей воды.

К концу 1945 года НИИ-400 (ныне Гидроприбор) и СКБ завода «Двигатель» (бывший завод Г.А. Лесснера), которые ранее занимались разработкой акустических торпед³, завершили новый проект. Вскоре было изготовлено несколько опытных торпед, которые планировалось использовать в будущих испытаниях. Из-за отсутствия производства некоторых компонентов часть деталей пришлось

² После окончания войны по флоту пошла очередная волна сталинских чисток. За передачу сведений о торпед Т-5 союзникам Главком ВМФ адмирал флота Н.Г. Кузнецов был снят с должности и понижен в воинском звании до контр-адмирала. Были арестованы и его ближайшие заместители, один из них — адмирал Л.М. Галлер — по обвинению в передаче союзникам секретной немецкой торпеды, хотя на распоряжении о ее передаче, подписанном Галлером, стояли визы Молотова, Берии и Кузнецова. Галлера лишили звания адмирала и приговорили к 4 годам тюремного заключения. В 1950 году он сошел с ума в Казанской тюрьме и вскоре скончался, в 1953 году был реабилитирован и восстановлен в звании адмирала посмертно

³ Заявка на «... электроакустический механизм для торпеды, автоматически направляющий ее на атакуемое судно» была подана в 1938 году сотрудниками Института теоретической геофизики АН СССР. Реализация этого изобретения могла бы привести к появлению к началу войны на наших кораблях торпеды с активной головкой самонаведения, по многим характеристикам превосходящей Т-5 с пассивной головкой.



П.К. Ощепков



Д.А. Рожанский

снимать с немецких торпед. В 1946 году готовые торпеды, а также несколько образцов немецкой Т-5 были доставлены в Махачкалу, где в течение нескольких месяцев в Каспийском море были проведены сравнительные испытания, в ходе которых новая советская разработка «соревновалась» с немецким прототипом. Анализ результатов стрельб показал, что по своим характеристикам советская разработка не уступала немецкой Т-5.

Радиолокация

В 1904 году немецкий изобретатель Кристиан Хюлсмайер в авторской заявке сформулировал идею обнаружения корабля по отраженным от него радиоволнам и дал подробное описание устройства для ее реализации. Через десять лет лейтенант Балтийского флота И.И. Ренгартен предложил конструкцию разведывательного радиопеленгатора (РРП), и в самом начале войны командованием Балтийского флота принято решение об установке первого РРП в бухте Кильконд (на острове Эзель). Береговой РРП системы Ренгартена имел антенну зонтичного типа, состоящую из 32 лучей-радиусов, ориентированных на местности согласно компасным румбам. В конце 1915 года на вооружение флота был принят корабельный радиопеленгатор.

Интерференцию радиоволн, приходящих к приемнику по двум путям — от передатчика и после отражения от движущегося судна, в 1922 году наблюдали инженеры ВМФ США Альфред Хойт Тейлор и Лео Кроуфорд Янг. Вначале они изобрели радиолокатор с использованием метода биений. В этой аппаратуре передатчик и приемник разносились на значительное расстояние друг от друга. Необходимость разнесения передатчика и приемника резко ограничивала возможности этого метода на суше и делала его неприменимым на море, и от подобных практически стационарных систем быстро отказались в пользу импульсный метода. В 1936 году в США был создан Radio Detection And Ranging (RaDAR) или Прибор для радиопеленгации и измерения, работавшей на частоте 200 МГц, который обнаружил самолет на расстоянии 65 км (у немцев в 1937 году была достигнута дальность лишь в 35 км) [8].

В СССР в конце 1920-х годов А.Ф. Иоффе провел теоретические расчеты



Ю.Б. Кобзарев



П.А. Погорелко

радио-эха, а 1934 году Павел Кондратьевич Ощепков сформулировал основные принципы радиолокации в статье «Современные проблемы развития техники противовоздушной обороны» (журнал «Противовоздушная оборона», 1934). По инициативе зам. наркома обороны Михаила Николаевича Тухачевского в январе 1934 года в ЛФТИ было проведено совещание, где Ощепков представил свою схему направления электромагнитного излучения на объект и приема излучения, отраженного от объекта. На совещании кроме А.Ф. Иоффе присутствовали: академики А.А. Чернышёв и С.И. Вавилов, профессора Н.Н. Андреев, Н.Д. Папалекси, А.А. Лебедев, Д.А. Рожанский, В.П. Линник, научные сотрудники и инженеры ЛФТИ и Ленинградского электрофизического института (ЛЭФИ) [9].

Вскоре после совещания, 7 февраля 1934 г., А.А. Чернышёв подал в Отдел военных изобретений НКО первую в СССР заявку на изобретение в области радиообнаружения. Система использовала метод биений и состояла из источника непрерывного электромагнитного излучения и большого числа расположенных по периферии вокруг него радиоприемных устройств. При направленном излучении антенна вращалась и последовательно облучала весь горизонт. В ЛЭФИ была создана группа под руководством П.К. Ощепкова, и 19 февраля 1934 г. Управление ПВО (УПВО) заключило договор с ЛЭФИ на изучение отражения электромагнитных волн от различных поверхностей, разработку аппаратуры радиообнаружения и проведение первых опытов по обнаружению самолетов. Уже в начале июля 1934 года были проведены успешные опыты по радиолокации на аппаратуре с длиной волны 5 м, а в сентябре УПВО обратилось к Иоффе с предложением развернуть в ЛФТИ исследования по радиообнаружению и изложить свои соображения по тематике этих исследований. Для руководства исследованиями планировалось привлечь Д.А. Рожанского, Н.Н. Андреева, Н.Н. Циклинского и А.А. Лебедева [10].

Разработка и освоение импульсной техники на УКВ, приведшие к созданию радиолокационных станций дальнего обнаружения, начались по договору с УПВО от 19 марта 1935 г. В отчете Д.А. Рожанского и научного сотрудника Ю.Б. Кобзарева о работе лаборатории за вторую половину 1935 года были приведены технические данные установки для измерения рассеяния самолетом элек-



Н.Я. Чернецов

ромагнитной энергии, дан анализ достоинств и недостатков импульсного и непрерывного методов и доказана возможность создания импульсного генератора мощностью, достаточной для обнаружения самолетов на расстоянии 100 км. После смерти Рожанского в сентябре 1936 года руководить исследованиями и разработками стал Ю.Б. Кобзарев. В том же году ЛЭФИ получил задание на разработку аппаратуры для обнаружения самолетов импульсным методом. Для работы генератора высокой мощности была разработана импульсная лампа ИГ-7. Первые испытания созданной установки радиообнаружения самолетов прошли в апреле–мае 1937 года, при этом дальность обнаружения составила более 10 км. На испытаниях в августе 1938 года следующая опытная установка, созданная ЛФТИ, с передатчиком на лампах ИГ-8 (анодное напряжение 15–22 кВ, мощность в импульсе 40–50 кВт) обнаруживала самолет на расстоянии 50 км. На следующий год ЛФТИ, совместно с Научно-испытательским и исследовательским институтом Красной Армии (НИИИС КА) создали подвижный образец этой РЛС, размещающейся на двух автомобилях. Станция, получившая название «Редут», в том же году прошла полигонные испытания. Результаты показали дальность обнаружения самолета от 30 км на высоте 500 м, до 95 км на высоте 7500 м. По результатам испытаний, «Редут» 26 июля 1940 года принят на вооружение под наименованием РУС-2 (Радио Улавливатель Самолетов)⁴.

В результате к концу 30-х годов СССР уже обладал радиоаппаратурой, необходимой для обнаружения и локализации самолетов на расстоянии порядка полтора километра. Действовали три импульсных радиолокационных станции, построенные на основе разработок ФТИ, которые были способны не только обнаруживать цели, но и определять направление и дальность [11,12].

Однако в мае 1936 года обострились борьба между двумя «группировками» Наркомата обороны. Противники Ворошилова ставили перед Сталиным вопрос о его замене на посту наркома, но Сталин принял сторону абсолютно преданного ему Ворошилова, и уже в августе 1936 года последовали аресты военачальников. М.Н. Тухачевский был переведен с поста первого заместителя наркома обороны на должность командующего войсками Приволжского военного округа, а 22 мая — арестован. В его бумагах нашли первомайскую поздравительную

⁴ Это название предложил Ворошилов, Ощепков предлагал термин «электровизор».

открытку, подписанную Ощепковым. В тексте отсутствовала «производственная тематика», и такая открытка давала основание считать Ощепкова пособником «врага народа». Дело в том, что в один из весенних вечеров 1937 года Тухачевский пригласил к себе на квартиру сотрудников Управления ПВО, среди гостей был и Ощепков. В тот вечер Тухачевский играл на скрипке. Ощепкова обвинили во вредительстве и участии в контрреволюционной организации (ст. 58 пп. 7, 10 и 11 УК). Постановлением ОСО при НКВД от 5 ноября 1937 г. он был приговорен к 5 годам заключения и был направлен на общие работы в Воркуталаге, где количество поданных им рацпредложений быстро переросло в новое качество, и его назначили бригадиром на погрузке угля. Отсутствие Ощепкова в Москве тормозило работы по освоению импульсной радиолокации, и Ворошилов обратился к Сталину с просьбой вернуть Ощепкова в Москву. Постановлением ОСО от 17 декабря 1939 г. он был освобожден. Оказавшись в Москве, Ощепков, параллельно с работой по радиолокации, настойчиво предлагал создавать приборы ночного видения. При этом он находил немалые преимущества такой «ночезрительной трубы» по сравнению с приборами инфракрасного видения. Его поддержал Сергей Иванович Вавилов, который доказал, что даже в самые темные ночи естественная освещенность далека от нуля и поддается обнаружению. Но 1 июля 1941 г. Ощепков вновь был арестован и вывезен в Саратов. В Саратовской тюрьме он содержался в одной камере с братом Сергея Ивановича Вавилова — Николаем⁵.

30 ноября 1939 года, после того как Финляндия отклонила предложения СССР заключить пакт о взаимопомощи и размещении военных баз, советские войска перешли границу, начав советско-финскую войну 1939–1940 гг. Здесь впервые в боевых условиях была использована радиолокационная станция «Редут» в двухантенном варианте (точнее ее опытный образец). По инициативе А.Ф. Иоффе одну из станций установили на Карельском перешейке. В 1940 году за работы по радиолокации сотрудники ЛФТИ Ю.Б. Кобзарев, П.А. Погорелко и Н.Я. Чернецов были удостоены Сталинской премии. (П.К. Ощепкова среди лауреатов не было.) В первые месяцы Великой Отечественной войны РУС-2 находились на вооружении 72-го радиобатальона ВНОС (воздушное наблюдение, оповещение и связь), защищавшего Ленинград, и 337-го радиобатальона, защищавшего Москву [10].

По инициативе А.Ф. Иоффе в ФТИ велись также работы по исследованию высокомолекулярных соединений, таких как синтетический каучук, полистирол, а также эскапон, применявшийся в качестве изолятора для производства радаров и устройств автоматического наведения зенитных орудий. Таким образом, Физтех, несмотря на обвинения в чрезмерном увлечении фундаментальными проблемами, представлял собой именно ту интеллектуальную силу, которая была способна справиться с самыми сложными техническими задачами для нужд обороны страны. Однако руководством страны эта сила так и не была использована на все сто процентов, и СССР оказался не готовым к войне. Многие пришлось срочно исправлять и доделывать уже в военных условиях.

⁵ Вскоре Иоффе обратился к Сталину с просьбой «найти возможность сохранить жизнь инициатору и организатору работ по созданию радиолокаторов». Под письмом стояли подписи А.Ф. Иоффе, Г.К. Жукова и К.Е. Ворошилова.

Ядерная физика и атомный проект

А.Ф. Иоффе еще в 30-е годы начал развивать и поддерживать в Физтехе работы по электронике, ядерной физике и рентгеновым лучам в лабораториях А.И. Алиханова, И.В. Курчатова и П.И. Лукирского. Пятого марта 1938 г. он направил Председателю СНК СССР (главе правительства) В.М. Молотову письмо о нехватке экспериментальной базы для ядерных исследований, подписанное группой авторитетнейших ученых ФТИ. В 1939 году Я.Б. Зельдович и Ю.Б. Харитон, сотрудники Института химической физики АН СССР (ныне ИХФ РАН), основанного Н.Н. Семеновым в 1931 году на базе химико-физического сектора ФТИ, впервые осуществили расчет кинетики цепной реакции деления в водном растворе урана. На специальной сессии Академии наук СССР в марте 1936 года, во время прений по докладу, посвященному почти 18-летней деятельности ФТИ, Иоффе был подвергнут резкой критике (исходившей от ряда людей, многим обязанных ему) за то, что Физтех не приносит никакой пользы народному хозяйству и занимается «бесперспективными» исследованиями в области ядерной физики [13].

Неким А. Моисеевым 12 июня 1938 г. в «Ленинградской правде» была опубликована статья под названием «Чистая физика и реальная жизнь», где несправедливой критике подверглись несколько ведущих физтеховцев, в том числе и сам Иоффе, бывший реально на грани снятия с должности [2, с. 62–64]. Зимой 1938 года в Ленинградский обком партии пришло письмо, в котором утверждалось, что в то время как вся страна стремится увеличить добычу угля и выплавку стали, в ФТИ и Радиевом институте⁶ занимаются никому не нужными ураном и торием. А тем временем, в декабре 1938 года, немецкие физики Отто Хан и Фриц Штрассман⁷ впервые в мире осуществили искусственное деление ядра атома урана [14].

В июле 1940 года вопрос об исследованиях в области ядерной физики дважды рассматривался Президиумом Академии наук СССР. По итогам обсуждения была создана Комиссия по проблеме урана, в которую вошли В.Г. Хлопин (председатель), В.И. Вернадский и А.Ф. Иоффе (заместители председателя), А.Е. Ферсман, С.И. Вавилов, П.П. Лазарев, А.Н. Фрумкин, Л.И. Мандельштам, Г.М. Кржижановский, П.Л. Капица, И.В. Курчатова, Д.И. Щербаков, А.П. Виноградов, Ю.Б. Харитон. Физики неоднозначно отнеслись к этому решению Президиума АН СССР. Иоффе считал, что при рассмотрении вопросов деятельности Комиссии по проблеме урана не было должным образом учтено мнение специалистов по атомному ядру. Вавилов вообще выражал сомнение в целесообразности создания Комиссии, по его мнению, избыточной руководящей структуры. Иоффе в своем докладе на том же совещании Президиума АН СССР по физике атомного ядра, дал понять, что возможность овладения атомной энергией следует ожидать лишь в отдаленном будущем, Хлопин высказал аналогичное мнение. Еще пессимистичнее оценивал перспективы Капица: он считал, что

⁶ В то время И.В. Курчатова был сотрудником Радиевого института и одновременно возглавлял лабораторию по изучению атомного ядра в ЛФТИ.

⁷ Статья об открытии деления урана была оперативно опубликована благодаря участию директора издательства «Шпрингер» Пауля Розбауда, который работал на британскую разведку под кодовым именем «Гриффин». Розбауд сумел увидеть в их открытии опасные перспективы [13].

атомной энергией, «по всей вероятности, мы не воспользуемся совсем» [15].

Особое внимание Президиум АН СССР уделил строительству циклотронов. ЛФТИ предписывалось ввести циклотрон в строй в 1941 году, Физическому институту — ускорить подготовку обосновывающих материалов, необходимых для запуска строительства циклотрона в Москве. Однако к осени 1941 года Академия наук сформировала новый план в условиях военного времени, куда вошли только работы, непосредственно связанные с военными нуждами. Исследования в области ядерной физики в план не включили — по предложению А.Ф. Иоффе их отнесли к категории «не имеющих актуального значения». Академик С.И. Вавилов в 1945 году вспоминал: «Физики-теоретики от вопросов о внутриядерных силах и квантовой электродинамике перешли к проблемам баллистики, военной акустики, радио и т.д.». В частности, лаборатория И.В. Курчатова прекратила работы по ядерной физике и полностью занялась проблемой размагничивания кораблей, а Ю.Б. Харитон и Я.Б. Зельдович стали работать над созданием порохового топлива для снарядов реактивной артиллерии.

В то же время в других странах работы по овладению ядерной энергией проводились с нарастающим размахом. 24 апреля 1939 года в высшие военные инстанции Германии поступило письмо от профессора Гамбургского университета П. Хартека и его сотрудника доктора В. Грота, в котором указывалось на принципиальную возможность создания нового вида высокоэффективного взрывчатого вещества. Уже в сентябре 1939 года Управление армейских вооружений собрало совещание специалистов в области ядерной физики, на которое были приглашены Пауль Хартек, Ханс Вильгельм Гейгер, Вальтер Боте, Курт Дибнер, а также Карл-Фридрих фон Вайцзеккер и Вернер Гейзенберг. Было принято решение засекретить все работы, имеющие прямое или косвенное отношение к осуществлению «Уранового проекта». Участники совещания посчитали возможным создание ядерного оружия уже за 9–12 месяцев. Германия располагала для этого самой передовой в Европе производственно-технической базой, а военные трофеи решали проблему необходимого сырья. Гейзенберг начал работы по конструированию ядерного реактора, в котором уран и тяжелая вода располагались слоями, а снаружи он был бы окружен слоем чистого углерода.

В конце 1940 года Гейзенберг провел эксперимент по созданию реакторной сборки на основе выполненных им расчетов, но цепную реакцию вызвать не удалось, и стало ясно, что расчеты, положенные в основу, неверны. К февралю 1942 года Гейзенбергом и Р. Делемем был построен первый опытный реактор Лейпцигского института⁸.

Летом 1942 г. рейхсминистр вооружений Альберт Шпеер провел специальное совещание, чтобы выяснить «истинное состояние дел в области ядерных исследований». В нем участвовали представители вермахта, а также видные физики-ядерщики. По их оценке на изготовление бомбы требовалось не меньше трех-четырёх лет, поэтому немецкое руководство решило сосредоточить усилия на разработке и производстве ракетной техники, рассчитывая одержать победу без атомной бомбы [14].

Английское правительство приняло решение о разработке атомной бомбы летом 1941 года. Уже в октябре было создано головное ведомство «Tube-Alloys»

⁸ Первый немецкий опытный реактор вскоре взорвался.

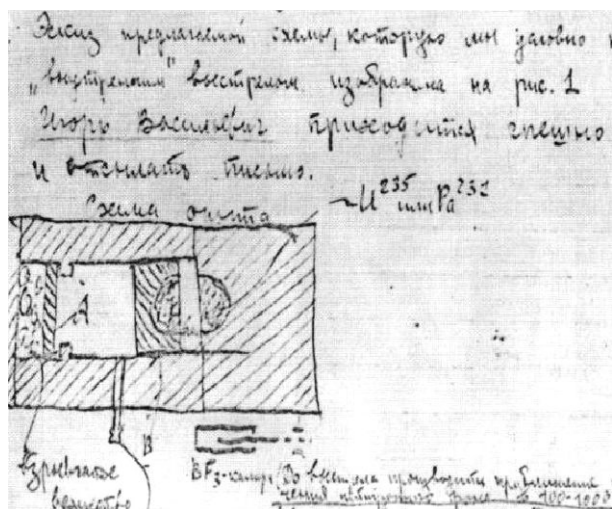


Схема Флёрова

по осуществлению британской ядерно-оружейной программы, с которой ознакомили правительство США, что подтолкнуло его к разработке собственной государственной программы⁹.

Информацию об этом удалось получить советской разведке, и осенью 1941 года на ее основании НКВД подготовил докладную записку на имя Сталина, где поднимался вопрос о развертывании этих работ в Советском Союзе. Однако тогда эту записку, как и ее следующий вариант, появившийся в марте 1942 года, не отправили адресату как несвоевременную. Тем не менее, поступившую информацию признали важной. Зарубежная агентура получила предписание «заняться» атомной проблемой «со всей серьезностью». Принятые меры дали свои результаты. По закрытым каналам из Великобритании и США стали поступать в растущих масштабах сведения о проведении работ в области ядерной физики [14].

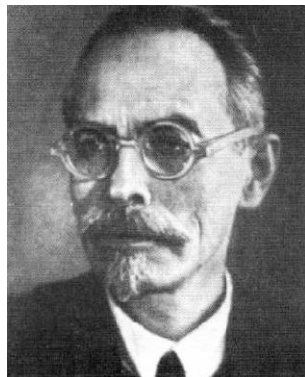
В 1940 году 28-летний Георгий Флёрв и К.А. Петржак открыли спонтанное деление ядер урана. В самом начале войны Флёрв ушел в Народное ополчение, затем его направили в Военно-воздушную академию на Курсы усовершенствования инженеров (КУИНЖ). Но Флёрва не оставляли мысли о ядерной физике, и он написал Иоффе о своем желании выступить по этой проблеме на семинаре. В середине декабря 1941 года он был командирован в Казань, где выступил перед группой ученых, среди которых были Иоффе и Капица. Не убедив Иоффе (тогда вице-президента Академии наук) возобновить ядерные исследования, Флёрв вернулся в Военно-воздушную академию. По возвращению он написал письмо Курчатову на 13 страницах школьной тетради, изложив аргументы, которые приводил в Казани.

На эскизе Флёрва уран-235 разделен на две полусферы, а обычная взрывчатка используется для быстрого выстрела одной полусферы в другую для получения критической массы. Позднее этот механизм стал известен как «пушечное устройство», подобное предложенному Фришем и Пайерлсом в схеме бом-

⁹ В августе 1942 г. в США был утвержден Манхэттенский проект по созданию атомного оружия.



С.В. Кафтанов



В.Г. Хлопин

бы «Little boy» (Мальш). Флёрлов надеялся, что его письмо подвигнет Курчатова возобновить ядерные исследования, но Курчатов в это время еще не оправился от воспаления легких [15].

По окончании КУИНЖ Флёрлов служил в действующей армии, и его авиаполк в начале 1942 года располагался в Воронеже, вблизи линии фронта. Воронежский университет уже эвакуировался, но его библиотека осталась. Там Флёрлов обнаружил американские физические журналы, где не только отсутствовал отклик на его и Петржака открытие, но не было и других статей по делению урана. Отсутствие публикаций по ядерной физике позволило сделать вывод, что в США эти работы засекретили. Флёрлов тут же написал об этом уполномоченному ГКО по науке С.В. Кафтанову. Не получив ответа, в апреле 1942 года обратился с письмом к Сталину, которое также попало к Кафтанову [15].

В том же апреле старшему помощнику Кафтанова из штаба 56-й армии передали записную книжку немецкого офицера, которая была найдена на берегу Азовского моря. Она содержала список материалов, необходимых для создания атомной бомбы, и вычисления энергии, высвобождающейся при критической массе урана-235. Балезин послал перевод А.И. Лейпунскому и эксперти по взрывчатым веществам генералу Г.И. Покровскому. Оба ответили, что находясь в невероятно трудном положении, Советский Союз не должен выбрасывать миллионы рублей на то, что даст результаты лишь через пятнадцать-двадцать лет [15].

Сведения о зарубежных работах по атомной проблеме приходили и от разведки, но в ответе на запрос ГРУ в мае 1942 года, подготовленном академиком В.Г. Хлопиным, говорилось, что «Академия наук не располагает никакими данными о ходе работ в заграничных лабораториях по проблеме использования внутриатомной энергии», а также о том, что в институтах Академии наук аналогичная работа временно прекращена, поскольку «возможность использования внутриатомной энергии для военных целей в ближайшее время (в течение настоящей войны) весьма маловероятна... Если разведывательное управление располагает какими-либо другими данными, то мы просили бы сообщить... в спецотдел АН СССР» [11,14].

Но письмо Флёрлова к Сталину, которое было передано Кафтанову, свидетельствовало, что Лейпунский и Покровский могли ошибаться. Кафтанов и Ба-

лезин были уверены, что было бы правильнее, учитывая существование у немцев интереса к атомной бомбе, начать работы над советским ядерным проектом. Кафтанов консультировался с Иоффе, которого он знал с конца 20-х годов. Иоффе согласился с тем, что создание атомной бомбы в принципе возможно. Кафтанов и Балезин послали письмо Сталину, в котором сообщали об интенсивных ядерных исследованиях, ведущихся в Германии, и предлагали безотлагательно начать подобную работу в Советском Союзе. Кафтанова вызвали к Сталину. Кафтанов признал, что существует риск неудачи, а проект может стоить до 100 миллионов рублей, но в случае отказа от работ опасность будет большой. Сталин согласился, и решение возобновить ядерные исследования было принято [15].

В середине июля 1942 года Флёров был отозван с фронта, а в августе выехал в Казань, чтобы продолжить исследования. 27 сентября С.В. Кафтановым¹⁰ при участии А.Ф. Иоффе был подготовлен проект распоряжения ГКО «Об организации работ по урану» за подписью В.М. Молотова, который Сталин подписал на следующий же день. Вскоре разведка получила от Бруно Понтекорво¹¹ сообщение об успешном осуществлении проф. Энрико Ферми¹² самоподдерживающейся цепной реакции в уран-графитовом реакторе, который заработал в декабре 1942 г. в Металлургической лаборатории Чикагского университета.

Академия наук являлась своеобразным Министерством науки, поэтому, согласно «установленному порядку», вначале решение атомной проблемы возглавил А.Ф. Иоффе как вице-президент Академии наук. Его приказом по ФТИ от 14 августа 1943 г. была организована Лаборатория № 2 (Лаборатория измерительных приборов, ЛИПАН), куда были включены А.И. Алиханов, И.В. Курчатов, М.О. Корнфельд, Л.М. Неменов, П.Я. Глазунов, С.Я. Никитин, Г.Я. Щепкин, Г.Н. Флёров, П.Е. Спивак, М.С. Козодаев и В.Я. Джелепов [18].

Иоффе предложил на должность заведующего этой лабораторией две кандидатуры: 40-летнего И.В. Курчатова и 39-летнего А.И. Алиханова, который был тогда уже членом-корреспондентом Академии наук. Курчатов произвел на Кафтанова, а затем и на Молотова большее впечатление. После победы под Сталинградом, в феврале 1943 года, руководство атомным проектом возложили на правительство в лице Михаила Георгиевича Первухина, а 10 марта 1943 г. научное руководство проектом — на Курчатова¹³. В сентябре 1943 года Курчатов был избран академиком, минуя звание члена-корреспондента.

Однако принятые меры не устранили всех организационных проблем. Растущие масштабы реализации атомного проекта требовали привлечения многочисленных исполнителей разной ведомственной принадлежности, мобилизации значительных материальных ресурсов. Для Первухина и Курчатова в силу их недостаточного политического и аппаратного веса задача оказалась трудной.

¹⁰ В 1949 г. Кафтанов был министром высшего образования и играл активную роль в «чистке» тысяч генетиков и селекционеров в научных и учебных заведениях.

¹¹ Сразу после ареста К. Фукса в 1950 году Б. Понтекорво бежал с семьей в СССР [16].

¹² Ферми долгое время состоял в фашистской партии, и лишь его женитьба на еврейке привела к необходимости эмиграции в США. Не случись этого, женись Ферми на итальянке, он вполне мог бы создавать атомную бомбу для Гитлера [17].

¹³ Разведке было известно, что глава Манхэттенского проекта генерал-лейтенант армии США Лесли Гровс (Leslie Groves) назначил научным руководителем молодого физика-теоретика из Калифорнийского университета Роберта Оппенгеймера.



А.И. Алиханов



И.В. Курчатов



М.Г. Первухин

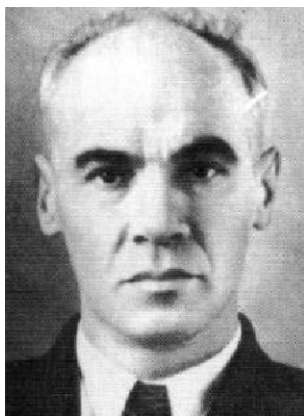


А.П. Завенягин

Выход нашли в укреплении руководства: в декабре 1944 года «наблюдение» за реализацией атомного проекта возложили персонально на Л.П. Берия как председателя Оперативного бюро ГКО, координировавшего военно-промышленную часть экономики страны. В середине мая 1945 года Берия и Курчатов доложили Сталину о готовности перейти к практическому решению атомной проблемы. Они предложили алгоритм соответствующих действий от строительства предприятий по добыче урановой руды и ее переработки до проектирования производств по получению «атомной взрывчатки» (урана-235 и плутония-239), а также выдачи технического задания на изготовление ядерной бомбы. Представленные ими планы сразу же были утверждены специальными постановлениями ГКО, но вскоре их пришлось пересмотреть.

По свидетельству Я.П. Терлецкого, после атомной бомбардировки Хиросимы и Нагасаки Сталин устроил грандиозный разнос подчиненным. Сталин сразу же сделал вывод о необходимости форсировать создание собственного ядерного оружия. Постановлением ГКО от 20 августа 1945 г. в состав Технического совета Специального комитета при ГКО, который должен был создать атомную отрасль, были включены физтеховцы А.И. Алиханов, Л.Д. Ландау, а также Ю.Б. Харитон и Я.Б. Зельдович.

Осенью 1945 г. в Германии работала спецгруппа, под руководством генерал-



И.К. Кикоин



Ю.Б. Харитон

лейтенанта МВД Авраамия Павловича Завенягина¹⁴ с участием И.К. Кикоина, Л.А. Арцимовича и Ю.Б. Харитона. Им удалось найти, обследуя коженный завод в одном из маленьких городков, более чем 100 тонн окиси урана U_3O_8 [18]. Немецких физиков-ядерщиков, участвовавших в немецком Урановом проекте, вывозили в СССР целыми лабораториями и институтами. Так на базе лаборатории Манфреда фон Арденне (где некогда работал изгнанный из УФТИ Хутерманс) в Сухуми был создан Институт прикладной электронной и ядерной физики (Лаборатория «А» Девятого управления НКВД). В Советский Союз из лаборатории Манфреда фон Арденне были вывезены аппаратура, документация и реактивы, запасы пленки, бумага для самописцев, фоторегистраторов, проводочные магнитофоны для телеметрии и оптика, электротрансформаторы и т.д., в том числе работающая урановая центрифуга. Также в СССР прибыло оборудование берлинского Кайзеровского института и 7 тонн металлического урана¹⁵. Главной задачей сухумского института была разработка способа разделения изотопов урана электромагнитным методом [15].

Курчатов решил организовать филиал Лаборатории № 2 в местности, отдаленной от Москвы, с тем, чтобы там можно было заняться работами по проектированию и изготовлению бомбы. Возглавил новую организацию Харитон, при этом он не хотел возлагать на себя административное руководство. По совету Курчатова он обратился к Берии, который выразил согласие назначить генерала П.М. Зернова на должность административного директора новой организации, оставив за Харитоном обязанности главного конструктора и научного руководителя.

В апреле 1946 г. Харитон и Зернов побывали в небольшом поселке Сарове, расположенном в 400 км к востоку от Москвы, на границе Горьковской области и Мордовской автономной республики. Население Сарова составляло 2–3 тысячи человек; там имелась небольшая фабрика, выпускавшая в годы войны снаряды для ракетных артиллерийских установок «Катюша». Существенным преимуществом Сарова было то, что этот поселок располагался на краю большого

¹⁴ Завенягин вошел в состав уранового проекта в 1943 году; в сферу его ответственности входил институт Гиредмет, где в декабре 1944 года впервые в СССР был получен металлический уран.

¹⁵ Собственные запасы урана в СССР все еще исчислялись единицами тонн.



В.А. Давиденко



Я.Б. Зельдович

лесного заказника, что позволяло расширять площади для проведения работ. К тому же Саров был не слишком далеко от Москвы, но в достаточном удалении от основных путей сообщения, что было важно с точки зрения секретности. Харитон и Зернов решили, что это идеальное место. Саров стал известен как Арзамас-16 (по городу Арзамасу, расположенному в 60 км севернее). Иногда, по понятным причинам, его называли Лос-Арзамасом [15].

Одновременно на Южном Урале начались работы по поиску стройплощадки для строительства первого атомного реактора. Поисковые работы велись в восточных предгорьях Урала, около цепочки озер Увильды на юге и Иткуль на севере. Выбор пал на место между городами Касли и Кыштым — мыс южного берега озера Иртяш, у старой демидовской дороги, проходившей по восточному и южному берегам озера. Раньше на этом месте находились пионерские лагеря и подсобные хозяйства [15]. 24 ноября 1945 года было начато строительство будущего комбината «Маяк» для переработки оружейного плутония и города «Челябинск-40» (ныне г. Озерск). Город стал застраиваться двух-четырёхэтажными зданиями в неоклассическом стиле. Проспект Берии (ныне проспект Победы) построили в рекордно короткие сроки [15]. Реакторы комбината «Маяк» были предназначены только для производства плутония, а вырабатываемая ими энергия не использовалась. Охлаждающая жидкость реакторов (вода) просто сбрасывалась в местное озеро, а радиоактивные отходы — в небольшую речку. Все это вскоре было заражено радиацией выше всех мыслимых норм¹⁶.

Харитон подобрал сильный коллектив для работы по созданию бомбы. Первыми физиками, привлеченными им к разработкам, были знакомые ему по прошлым годам сотрудники Института химической физики и оборонных институтов, в которых он сам работал во время войны. Кирилл Щелкин, заведующий

¹⁶ 29 сентября 1957 г. из-за аварии системы охлаждения произошел взрыв емкости с 80 м³ высоко-радиоактивных ядерных отходов, который оценивался в десятки тонн в тротиловом эквиваленте. Емкость была разрушена, бетонное перекрытие толщиной 1 метр весом 160 тонн отброшено в сторону, в атмосферу было выброшено около 20 млн кюри радиоактивных веществ. В зоне радиационного загрязнения оказалась территория нескольких предприятий комбината «Маяк», военный городок, колония заключенных и территория площадью 23 000 км² с населением 270 000 человек в 217 населенных пунктах трех областей: Челябинской, Свердловской и Тюменской. Сам Челябинск-40 при этом не пострадал [15].

одной из лабораторий Института химической физики, приехал в Арзамас-16 и стал первым заместителем Харитона. Щелкин работал в области детонации газов и структуры волн детонации. В плутониевой бомбе требовалось с помощью системы линз обратить расходящиеся волны детонации, возникающие во время мощного взрыва, в сходящуюся сферическую волну, которая сжимала бы плутоний со всех сторон и приводила его в сверхкритическое состояние. Щелкин возглавил работу по этой проблеме. Сюда же пришел и А.П. Александров, и бывший физтеховец (1937–1940 гг.) Виктор Александрович Давиденко, работавший с 1943 года в Лаборатории № 2.

Я.Б. Зельдович разрабатывал теорию детонации еще перед войной. Он был назначен руководителем теоретического отдела КБ-11. Основными сотрудниками его отдела стали Д.А. Франк-Каменецкий, пришедший вместе с ним в Арзамас-16 из Института химической физики, Н.А. Дмитриев и Е.И. Забабахин. Зельдович и его сотрудники стремились изучить, как будет вести себя плутоний под давлением в несколько миллионов атмосфер, когда возникают температуры в миллионы градусов, а металлы становятся столь же текучими, как и жидкости. Они занимались также и расчетами критической массы.

Плутониевые металлические полусферы были изготовлены в Челябинске-40 в июне 1949 года. Затем А.П. Александров покрыл их никелем, чтобы обеспечить более безопасное обращение с ними. После этого их отправили в Арзамас-16. Когда Зельдович увидел эти полусферы, диаметр которых составлял 8–9 см, он неожиданно осознал, сколько жизней заключено в каждом их грамме: жизней тех людей, которые работали в урановых рудниках и на установках атомной промышленности¹⁷, а также жизней потенциальных жертв атомной войны [15].

Далее в Арзамасе-16 в маленьком домике, располагавшемся вдали от других зданий, Флёров проводил опасные опыты с критической массой. Он должен был проверить, насколько масса двух сведенных вместе плутониевых полусфер близка к критической, чтобы при сжатии плутония стать сверхкритической. Флёров выяснил, что плутониевый заряд будет близок к критическому состоянию, если его окружить оболочкой из урана.

Ведомство Берии еще загодя готовила материалы на каждого из ведущих работников как на потенциальных «врагов народа». В этих «заготовках» каждому определялась мера наказания за срыв правительственных заданий — расстрел, лагеря или др. 29 августа 1949 г. СССР провел успешные испытания своей плутониевой бомбы РДС-1¹⁸, которая была копией американской бомбы «Толстяк». Харитон находился в подземном бункере вместе с Курчатовым и другими учеными и военными. Массивную дверь приоткрыли, чтобы видеть вспышку ядерного взрыва. Когда прозвучала команда «Ноль!», степь озарилась ослепительным огнем, и в щель приоткрытой двери бункера «ворвалось» вновь рожденное солнце. Харитон бросился к двери, чтобы прикрыть ее: вскоре должна была прийти ударная волна. Но тут Берия схватил его, приподнял, крепко прижал к себе и расцеловал. Лаврентий Павлович понимал, что благодаря этому челове-

¹⁷ Курчатов докладывал Берии о том, что без защиты от облучения при изготовлении заряда много людей погибнет. И получил ответ Сталина: «Работать, несмотря на жертвы, как делал маршал Жуков при штурме Берлина», и люди умирали, зачастую не достигнув 30–35 лет [17].

¹⁸ Аббревиатуру РДС — «Реактивный двигатель Сталина» придумал один из помощников Берии генерал Василий Алексеевич Махнев. На Западе их называли «Джо-1», «Джо-2» и т.д. [13].

ку он выполнил поручение вождя и «сделал» атомную бомбу. Харитон яростно вырывался из объятий Берии. Наконец ему это удалось, и буквально в последнее мгновение он прикрыл дверь. Тут же с грохотом и ревом ударная волна пронеслась над ними, уничтожая все вокруг [19]. Говорят, что награждения раздавали по тому же «расстрельному» списку: тех, кого намечалось расстрелять в случае неудачи — получали звания Героев, завершавшим список давали квартиры или автомобили [17].

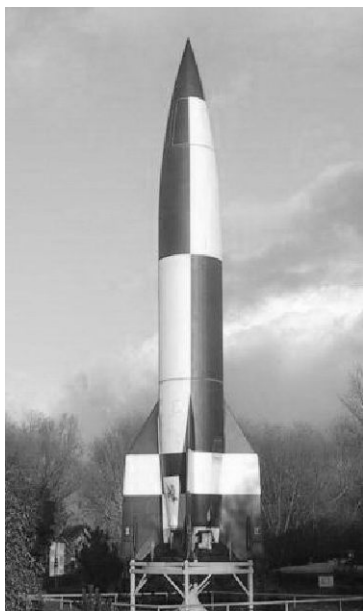
РДС-2 изначально проектировалась в конструкторских бюро Арзамаса-16 по пушечной схеме и должна была быть копией американского «Мальша». Позднее было решено отказаться от пушечного принципа подрыва в пользу улучшенного имплозивного варианта заряда с принципом левитации, когда между ядром делящихся материалов и темпером (отражателем от англ. «tamper») есть зазор, это усиливает сжатие ядра ударной волной в момент детонации, что увеличивает захват нейтронов делящимся веществом и, соответственно, увеличивает мощность ядерного взрыва. В бомбе использовалось ядро ^{239}Pu , в конструкции РДС-2 был сохранен один из главных геометрических параметров заряда РДС-1 — внешний радиус сферического заряда из смеси тротила с гексогеном.

Много лет спустя Я.Б. Зельдович с грустью отмечал, что тогда они были счастливы, что сумели все это сделать, но «Сталин, получив атомную бомбу, тут же развязал Корейскую войну» [20]. Когда поползли слухи о намерении сбросить советскую атомную бомбу на Израиль во время войны с арабами, Зельдович примчался на московскую квартиру И.М. Лифшица и попросил его предать огласке принесенное им письмо, если бомбу все-таки сбросят. Он решил в тот же день покончить жизнь самоубийством, предав гласности мотивы через близкого друга, понимая, что дома письмо будет немедленно изъято. О своих трех звездах героя, заработанных «за бомбу», Зельдович говорил близким людям: «Так за это я продал свою бессмертную душу» [17].

Ракеты-носители

Спецгруппа, аналогичная группе Ю.Б. Харитона, начала поиск в Германии немецких ракет V-2 (Vergeltungswaffe 2 — «Оружие возмездия»). В работе группы участвовали десятки видных советских ученых, а руководил коллективом Сергей Павлович Королёв, которого освободили из заключения и одели в форму подполковника. Поиски ракет продолжались около года, но выяснилось, что сразу после войны находящийся в горах Тюрингии завод «Миттельверк» (нем. Mittelwerke — «средний завод»), где строили V-2, оказался в зоне оккупации войск союзников. Американцы вывезли в США около 100 тонн трофейного груза (ракеты, двигатели, запчасти), главного конструктора Вернера фон Брауна и весь костяк ракетной группы, но через два месяца они отдали эту территорию СССР в обмен на Западный Берлин. Советскому Союзу достались только части ракет без чертежей и расчетов, всю технологию производства, все расчеты пришлось делать заново.

В середине 1946 года министр вооружения СССР Дмитрий Фёдорович Устинов утвердил создание двух институтов — «Нордхаузен» и «Берлин». Было принято решение набрать немецких специалистов, необязательно ракетчиков, всего согласились работать на СССР (находясь в Германии) около 5 тысяч человек. В



Установка V-2 на стартовой позиции в Пенемюнде

институтах также работали советские военные и гражданские специалисты.

13 мая 1946 года было принято постановление Совмина о создании научно-исследовательских центров для нужд ракетной техники. Согласно постановлению, в 1946 году был учрежден головной институт НИИ-88, где работало более 150 немецких специалистов. Основой предприятия стал отдел № 3 СКБ-88, входивший в его состав. В апреле 1950 года на базе нескольких отделов СКБ-88 образовали Особое конструкторское бюро № 1 (ОКБ-1) под руководством С.П. Королёва. Решением Совета Министров СССР вместе с опытным заводом ОКБ выделилось в самостоятельную организацию, главным конструктором которой стал Королёв. В 1954 году в Днепропетровске на территории автотракторного завода для разработки ракет на высокотемпературных компонентах топлива



С.П. Королёв,
1920-е годы



И.Т. Клейменов



Г.Э. Лангемак



С.П. Королёв после ареста

образовано ОКБ-586, главным конструктором которого назначен Михаил Кузьмич Янгель, работавший ранее главным инженером НИИ-88.

Твердотопливные ракеты использовались как оружие еще в годы Первой мировой войны практически всеми враждующими сторонами, поэтому по Версальскому мирному договору побежденной Германии было запрещено разрабатывать и создавать такие ракеты. Однако в этом договоре ничего не говорилось о разработке ракет с жидкостным реактивным двигателем (ЖРД). В конце 1929 года министр обороны Германии отдал приказ об изучении возможности использования ракет для военных целей, а в 1932 году была создана экспериментальная станция для ракет на жидком топливе в Куммерсдорфе под Берлином. В частности, полковнику Вальтеру Дорнбергеру была продемонстрирована экспериментальная ракета, разработанная молодым немецким конструктором Вернером фон Брауном. Несмотря на то, что возможности показанной ракеты были ограничены, Дорнбергер заинтересовался и предложил фон Брауну продолжить разработку под управлением военных. Разработка ракет с ЖРД началась практически одновременно и в СССР, и в Германии, к работе привлекались лучшие научные силы и исследовательские организации.

В СССР еще в 1921 году по предложению изобретателя и специалиста по ракетной технике Н.И. Тихомирова была организована лаборатория для разработки «самодвижущихся мин» — впоследствии Газодинамическая лаборатория (ГДЛ). Деятельность этой лаборатории была направлена на создание ракетных снарядов на бездымном порохе, но 15 мая 1929 году в ГДЛ было создано подразделение для разработки электрических (ЭРД) и жидкостных (ЖРД) ракетных двигателей. Подразделение возглавил В.П. Глушко, который предложил использовать еще и энергию взрыва металлов для создания ракетной тяги. В 1932 году руководителем ГДЛ стал Иван Терентьевич Клейменов.

В начале 30-х годов в Москве, Ленинграде, Харькове, Баку были созданы Группы изучения реактивного движения (ГИРДы) на общественных началах. При этом в Германии на данные исследования отпускались огромные средства. Начальником Московской ГИРД был назначен 24-х летний Сергей Королёв. С августа 1932 года ГИРД стали финансироваться Управлением военных изобре-

тений, а в конце 1933 года был образован Реактивный научно-исследовательский институт (РНИИ) под руководством И.Т. Клейменова. Одним из его заместителей в ранге комдива был назначен Королёв, что соответствовало более позднему званию «генерал-майор». В РНИИ разработали несколько типов ЖРД, некоторые из которых в 1937–1939 годах устанавливались на ракетопланах и крылатых ракетах конструкции Сергея Королёва.

В 1937 году И.Т. Клейменов и главный инженер РНИИ Георгий Эрихович Лангемак, также работавший ранее в ГДЛ, были представлены к правительственным наградам за разработку новых типов вооружения (реактивного миномета «Катюша»), а 2 ноября 1937 года они были арестованы НКВД и осуждены по ложному обвинению во «вредительстве» и участии в «антисоветской террористической организации» (ст. 58–6, 58–7, 17–58–8, 58–11 УК РСФСР). Клейменов и Лангемак были расстреляны 10 и 11 января 1938 года, а 27 июня того же года, после ареста других работников РНИИ, был арестован и Королёв, который также был включен в список первой (расстрельной) категории лиц, подлежащих суду Военной коллегии Верховного суда СССР. Следователь сказал ему: «Занимались бы делом и строили самолеты. Ракеты-то ваши, наверное, для покушения на вождя» [26]. Поэтому любимой фразой Королёва была в то время следующая: «Хлопнут без некролога», но ему «повезло»: 27 сентября 1938 года он был лишен воинского звания и приговорен к 10 годам ИТЛ с пятью годами поражения в правах. 10 июня 1940 года срок был сокращен до 8 лет ИТЛ (Севжелдорлаг), а освобожден Королёв был только в 1944 году. По его заявлению в Военную прокуратуру 18 апреля 1957 года он реабилитирован «за отсутствием состава преступления».

В марте 1938 года был арестован и Глушко, и 15 августа 1939 г. его приговорили к 8 годам ИТЛ.

Пока Королёв и Глушко находились в заключении, Вернер фон Браун дошел до чина штурмбанфюрера СС. В то время как лучшие советские ЖРД развивали тягу всего до 300 килограммов, немцы вместо подачи топлива с наддувом сжатым воздухом стали подавать топливо в камеру сгорания двигателя двумя турбинными насосами, работавших от газов, образующихся при разложении перекиси водорода при нагревании. Малые по размеру и весу, эти турбонасосы развивали мощность, достаточную для питания двигателя, за 4 минуты работы съедавшего девять с половиной тонн топлива.

Сделав камеру сгорания ЖРД двухрубашечной и прокачивая между рубашками холодный окислитель — жидкий кислород, Браун с коллегами добились того, что камера сгорания не прогорала от действия высоких температур в течение всего времени работы. Именно благодаря этим новшествам немцам удалось создать ЖРД с огромной по тем временам тягой в 25 тонн. Нападение на СССР отсрочило начало испытаний V-2, но 3 октября 1942 года был достигнут первый успех: ракета пролетела около 200 км и, достигнув высоты 90 км, упала в 3 км от цели. Стартовый вес V-2 (прежнее название Aggregat-4 или A4) составлял почти 13 тонн, длина — более 14 метров, а диаметр — 1.65 м. По проекту ракета, развивая скорость до 5500 км/час, должна была подниматься на высоту ближнего космоса (180 км). Оттуда ее боевая часть весом в 980 кг, продолжая движение по баллистической траектории, могла «достичь» цель, удаленную до 320 км от места старта.

Однако и Браун не смог избежать ареста — 15 марта 1944 года он попал в тюрьму гестапо в Штеттине, где провел две недели, не зная, в чем конкретно его обвиняют. А дело было в том, что он позволил какому-то иллюстрированному журналу опубликовать его слова, что в отдаленном будущем может быть сконструирована ракета для почтовой связи между Соединенными Штатами и Европой. Только с помощью Абвера его начальник генерал-майор В. Дорнбергер сумел добиться в Берлине его условного освобождения, а рейхсминистр вооружений Альберт Шпеер убедил Гитлера восстановить Брауна в должности, чтобы программа V-2 могла продолжиться. Шпеер, цитируя в своих мемуарах «Führerprotokoll» (протоколы заседаний Гитлера) от 13 мая 1944 года, пишет, что Гитлер сказал в заключение беседы: «Что касается Брауна, я вам гарантирую, что он будет освобожден от преследования до тех пор, пока он будет вам необходим» [18]. Это очень напоминает высказывание Сталина о наших физиках: «Пусть сделают бомбу, а расстрелять мы их всегда успеем!»

Гитлер хотел нанести ракетный удар по Америке и попасть в 103-этажный небоскреб Empire State Building! Он рассчитывал, что таким образом удастся вывести США из войны. К 1944 году немецкие ракетчики уже поняли, что достичь Америки одноступенчатой ракетой невозможно — часть, в которой находится двигатель и топливо, после его отработки необходимо отделять. Топлива с окислителем надо было еще больше, и двигатель мощнее.

К январю 1945 года немцы сделали опытный образец ракетного комплекса, состоявшего уже из двух частей A9 и A10, общим взлетным весом в 86 тонн. Вес топлива 70-тонной A-9 составлял 52 тонны, двигатель должен был развивать тягу в 200 тонн, т.е. всего в три раза меньше, чем у ракеты P-7, поднявшей в космос Гагарина. A-9 должна была разгонять до скорости 4250 км/час, а A-10 — 16-ти тонный крылатый вариант V-2, которая должна была разогнаться уже до 10000 км/час и доставить к цели за Атлантикой тонну взрывчатки. Наводиться на цель A-10 должна была либо по радиомаяку, который бы устанавливался заранее, либо пилотом-смертником.

В ноябре 1944 года с немецкой подводной лодки в США высадились агенты Эрих Гимпель и Уильям Колпаг. Каждый из них должен был самостоятельно устроиться в какую-нибудь организацию по обслуживанию небоскреба, установить в нем маяк, послать сообщение в Германию и привести маяк в действие. Гимпель устроился в экскурсионное бюро и даже послал телеграмму в «фатерлянд». Колпаг самостоятельно сдался ФБР которое подняло на ноги всех кого только можно, и Гимпеля взяли еще до установки им радиомаяка [19].

Оставалась возможность запуска ракеты, управляемой смертником. Были сообщения о том, что двухступенчатая A9/A10 стартовала-таки в сторону США, называлось даже имя пилота. Он удачно долетел до расчетной высоты, отделил боевую часть и перешел на планирование к цели, но при входе в плотные слои атмосферы сгорел. Хотя многие задачи ракетостроения и были уже решены, но оставалась проблема конечного этапа полета. Потребовались совершенно новые методы расчета, эксперимента и испытаний, отличающиеся от всех известных к тому времени. Это, в свою очередь, вело к привлечению новых идей и исполнителей. В ФТИ, в тогда еще существовавшем здании на Приютской улице, была развернута лаборатория, занимающаяся этим совершенно новым для института направлением. Вскоре, после первых успехов, потребовался иной мас-



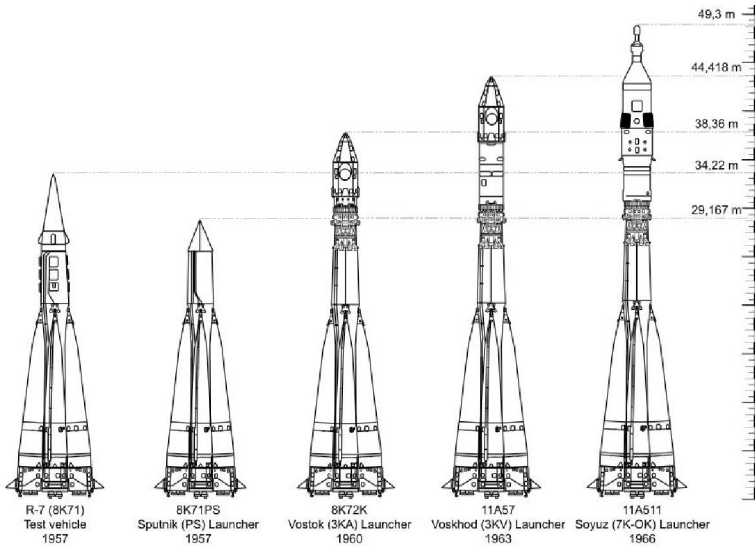
Ю.А. Дунаев

штаб работ: был построен новый корпус на территории, прилегающей к Главному зданию ФТИ, названный «Пятым корпусом» — Лаборатория № 5 Юрия Александровича Дунаева (с грифом «сс/ов — совершенно секретно/особой важности») [20].

Первой проблемой, которой занялась новая лаборатория, было решение задачи о сохранности боевой части ракеты Р-5М. С этой ракетой отечественное ракетостроение подошло к такому температурному режиму, который не может выдержать любой известный в технике материал. Для ракет среднего радиуса действия, порядка 1500 км, им мог бы стать графит, но при особых условиях сопряжения с конструкцией головной части. Проблема требовала столь срочного решения, что первые четыре наконечника головной части были быстро изготовлены непосредственно в лаборатории Дунаева, и ракеты с ними уже не имели «траекторных разрывов» (так именовали разрушение ракет при испытаниях). На очереди была ракета Р-7, ставшая основной для полетов человека в космос. У американцев первый удачный запуск прототипа межконтинентальной ракеты XSM-65A «Atlas» состоялся 17 июня 1957 г. В 1958 году на испытания был представлен следующий прототип — XSM-65B. Это уже была практически полностью готовая трехдвигательная ракета, на которой отрабатывались ключевые особенности проекта: «надувные» баки и отделяемые стартовые ускорители.

27 августа 1957 года в советских газетах появилось сообщение ТАСС об успешном испытании в СССР межконтинентальной ракеты, которая стартовала 21 августа на полигоне № 5 Министерства Обороны в Казахстане (ныне космодром Байконур), а головная часть достигла полигона на Камчатке. В действительности никаких следов падения головной части на Камчатке не нашли. По всем признакам, она сгорела и рассыпалась в плотных слоях атмосферы так же, как тринадцать лет назад первая немецкая межконтинентальная ракета А9/А10 [21].

С 1958 года начали осуществляться полеты межконтинентальных ракет с боеголовками, защищенными специальными покрытиями. Такие покрытия, именуемые в официальных документах «обмазкой Дунаева», вместе с технологией их получения и нанесения на поверхность защищаемого изделия, были разработаны в Физтехе. Наконец, 12 марта 1958 года головная часть благополучно достигла поверхности земли — на Камчатке. Успешное решение научных и



Семейство ракет-носителей на базе Р-7 Королёва

практических задач получило высокую оценку правительства и президиума АН (нельзя сказать — «научной и широкой общественности», поскольку работы велись под самым высоким грифом секретности).

О значимости этих первых работ свидетельствует решение Академии наук СССР в середине 50-х гг. создать на базе ФТИ новейшую современную газодинамическую лабораторию, что и было осуществлено в кратчайшие сроки. Сотрудники института — разработчики покрытия Ю.А. Дунаев, А.П. Обухов, Т.В. Соколова, Р.И. Успенская и др. — были награждены орденами и медалями, а в 1961 году, сразу после полета Ю.А. Гагарина, Ю.А. Дунаев в составе группы сотрудников ОКБ Королёва (И.С. Прудников, А.Г. Решетин, В.Ф. Роцин и др.) был удостоен Ленинской премии СССР за разработку технологии высокотемпературных покрытий для первых отечественных пилотируемых космических аппаратов.

ОКБ Королёва с 18 октября по 13 ноября 1946 года провело одиннадцать пусков ракеты V-2, а 10 октября 1948 года Королёв провел первый пуск ее отечественной модификации Р-1. Первый старт Р-1А (с отделяющейся боевой частью) состоялся 7 мая. В связи с тем, что горючим для ракеты был этиловый спирт, один из боевых генералов сказал: «Что вы делаете? Заливаете в ракету четыре тонны спирта. Да если дать моей дивизии этот спирт, она любой город возьмет с хода. А ракета ваша в этот город даже не попадет!» Таким образом, у этого горючего было два серьезных недостатка: низкие энергетические показатели и низкая стойкость личного состава к «отравлению» таким горючим. Сторонники здорового образа жизни (спиртофобы) пытались решить вторую проблему с помощью фурфуролового спирта ($C_5H_6O_2$). Эта ядовитая, прозрачная, иногда желтоватая (до темно-коричневого), со временем краснеющая на воздухе жидкость к питью не пригодна. Но Королёв вместо немецкого спирта стал использовать советский керосин.

Параллельно разработкам по проекту Р-1 немецкими специалистами велся

проект Г-1, масса конструкции ракеты по этому проекту была уменьшена с 3.17 до 1.87 т, а масса взрывчатки при этом была увеличена с 0.74 до 0.95 т, увеличивалась и масса топлива. В немецком проекте Г-1 головная часть ракеты с находившимся в ней боезарядом уже отделялась. Это позволило облегчить конструкцию, сделав несущим спиртовой бак. Однако проект Г-1 остался неосуществленным, хотя работа над ним продолжалась еще в течение 1949 года.

В октябре 1949 года были проведены испытания разработанной ОКБ Королёва ракеты Р-2 на дальность 600 км. Работы по плану Р-3 начались уже в конце 1947 года. Нужно было провести широкомасштабные исследования по созданию ракеты на дальность не менее 3000 км. В 1944 году в Германии был опубликован отчет Зенгера и Бредта, в котором обосновывалась возможность создания дальнего бомбардировщика с ЖРД. Параллельно с НИИ-88, работы по крылатым ракетам были начаты еще в 1945 году в НИИ-1 Минсельхозмаша (авиационно-ракетной) промышленности и широко развернуты с приходом в 1948 году к руководству НИИ-1 физика-теоретика Леонида Вениаминовича Келдыша — племянника Мстислава Всеволодовича.

Говоря о конструировании советских ракет, последовавших за Р-1, трудно разграничить периоды их создания. Так, Королёв задумывается о Р-2 в Германии, когда проект Р-1 еще не обсуждался; Р-5 разрабатывается им до сдачи Р-2, а еще раньше были начаты работа над небольшой мобильной ракетой Р-11 и расчеты по Р-7 — двухступенчатой межконтинентальной ракете с отделяющейся головной частью массой 3 т и дальностью полета 8 тыс. км.

На базе Р-7 создано целое семейство ракет-носителей среднего класса, внесших большой вклад в освоение космоса — на ракетах-носителях семейства Р-7 были запущены многие спутники, начиная с самых первых, и все советские и российские космонавты, начиная с первого космонавта Земли Ю.А. Гагарина.

Однако ракетные двигатели V-2, ставшие прообразом советских двигателей, имели существенный недостаток — в качестве окислителя использовался жидкий кислород. С одной стороны, это не позволяло поддерживать готовность ракеты к пуску продолжительное время (вследствие испарения кислорода и необходимости постоянной его дозаправки), а с другой стороны, ставило стартовые подразделения в зависимость от кислорододобывающих заводов, что сковывало их мобильность и повышало уязвимость. Поскольку Р-7 также работала на компонентах «жидкий кислород — керосин», она была неудобной для боевого дежурства по своим тактико-техническим и эксплуатационным характеристикам, поэтому 13 мая 1959 года ЦК КПСС поручил ОКБ-586 разработать межконтинентальную ракету на высококипящих компонентах топлива, включая высокотоксичный гептил. Впоследствии ракета получила обозначение Р-16.

НАТО пошло другим путем: там не стали связываться с высокотоксичным и взрывоопасным гептилом, а занялись разработкой твердотопливных смесей на базе перхлората аммония. К этому времени британскими ракетчиками был совершен значительный прорыв в разработке общей архитектуры твердотопливных двигателей, позволявший повысить эффективность процесса горения и значительно увеличить тягу. Они предложили идею сплошной цилиндрической шашки твердого топлива с просверленным в центре каналом в форме звезды; подобное решение обеспечивало горение топлива по всей длине шашки и защищало стенки двигателя от перегрева (до выгорания топлива).

Термоядерная программа

Начало первых работ по термоядерной программе СССР относится к 1948 году. Еще в начале 1942 года Энрико Ферми высказал Эдварду Теллеру предположение, что атомная бомба может быть использована в качестве запала водородной бомбы, в которой энергия высвобождается при синтезе легких ядер. После этого в США были начаты работы по программе создания водородной бомбы мегатонного класса. Советская разведка имела детальную информацию от британского физика-теоретика Клауса Фукса¹⁹ о конструкции, получившей у советских ядерщиков название «труба» — цилиндрический контейнер с жидким дейтерием, в который погружалась обычная плутониевая бомба. У нас такую схему (РДС-6т) стал разрабатывать Я.Б. Зельдович, который только к 1954 году убедился в бесперспективности этого пути.

Альтернативный проект был разработан Андреем Дмитриевичем Сахаровым и Юлием Харитоном еще в 1948 году до испытания первой советской ядерной бомбы. На основе расчетов ими были выдвинуты основополагающие идеи конструкции одноступенчатой водородной бомбы РДС-6 импlosionного типа (т.е. с обжатием), очень похожей на американскую плутониевую бомбу «Толстяк». Основная идея — нагрев и сжатие жидких дейтерия и трития, окружающих сферический инициатор или нейтронный запал-триггер, конструкцией которого занимался Виктор Александрович Давиденко. Запал, представлявший собой сердечник из сплава U^{235}/Pu^{239} [22,23].



В.Л. Гинзбург

Виталий Лазаревич Гинзбург добавил вторую идею, предложив использовать в качестве топлива твердый дейтерид лития-6 вместо жидких дейтерия и трития. Поскольку наиболее распространенный в природе изотоп лития ${}^7\text{Li}$ подавляет термоядерную реакцию, Виталий Лазаревич предложил использовать изотоп, который делится нейтроном $n + {}^6\text{Li}$ на ${}^4\text{He} + t$ с выделением энергии 4.8 МэВ. Более того, образующийся при этом тритий вступает в реакцию с дейтерием с выделением еще бóльшей энергии: $t + d \rightarrow {}^4\text{He} + 17.6$ МэВ. Таким образом,

¹⁹ Клаус Фукс — немецкий физик-теоретик, коммунист, в 1934 году поселился в Англии и принял английское подданство. В 1941 году Фукса работал в США в группе другого немецкого эмигранта — Р. Пайерлса, передал СССР подробную схему плутониевой бомбы «Толстяк», был в начале 1950 года арестован [13].



Л.П. Берия

предложение Гинзбурга состояло в том, чтобы очищать литий от его основного изотопа и использовать ${}^6\text{LiD}$. Для реализации этой идеи в СССР было построено несколько заводов. Сам Гинзбург расценивал эту идею как тривиальную, поскольку американцы быстро пришли к ней совершенно независимо. В результате получилась конфигурация, где сферические слои ${}^6\text{LiD}$ из и природного U^{238} чередовались вокруг триггера. U^{238} должен был делиться под воздействием быстрых нейтронов. Этой, сравнительно недорогой конструкции было дано шутовское название «Слойка-Лидочка», а служебное — РДС-6с (на Западе она называется «Джо 4»).

Руководивший проектом Берия торопил ученых — они должны были как можно скорее закончить сборку и передать присланным генералам готовое «изделие». Курчатов, который должен был каждый день дважды докладывать лично Берии о ходе работ, вдруг не смог до него дозвониться, поскольку тот уже был арестован. Александров и Курчатов считали, что Берия намеревался использовать очередной успех ядерной программы для установления личной диктатуры, чего многие справедливо опасались [2, с. 164–167, 24].

В субботу, 27 июня 1953 г., все члены правительства пошли в Большой театр на премьеру 2-й редакции оперы лауреата трех Сталинских премий (1941, 1946, 1952) Юрия Александровича Шапорина «Декабристы», а 28 июня газеты опубликовали сообщение об этом событии, где были перечислены все присутствовавшие члены правительства. Берии среди них Александров и Курчатов не обнаружили. Только 10 июля из газеты «Правда» вся страна узнала, что министр внутренних дел, куратор всего Атомного проекта СССР, второй после Сталина в иерархии советских вождей Лаврентий Берия стал «врагом народа». Директор завода № 2 ядерного центра «Арзамас-16» инженер-полковник Анатолий Яковлевич Мальский услышал об этом рано утром по радио. Придя на работу, он сразу направился в кабинет В.И. Детнева, который был уполномоченным Берии на объекте и писал «нехорошие» докладные на руководство объекта и ученых. Над столом Детнева, конечно же, висел большой портрет шефа, а о новых событиях он еще ничего не знал. Мальский, войдя в кабинет и увидев портрет Берии

над головой Детнева, это понял и сказал: «Ты что же это, Василий Иванович, под этой сволочью сидишь?». Потом Мальский не раз с великим удовольствием и во всех деталях рассказывал, как Детнев вскочил с кресла с перекосившимся лицом, и что он при этом закричал [16].

После этого народ сочинил частушку:

Лаврентий Палыч Берия
 Не оправдал доверия.
 И товарищ Маленков
 Надавал ему пинков.
 Остались от Берия
 Лишь только пух да перья.
 На юге зреет алыча
 Не для Лаврентий Палыча,
 А для Климент Ефремыча.
 И Вячеслав Михалыча²⁰

Слойка была испытана 12 августа 1953 года на Семипалатинском полигоне. После этого Сахарова, которому тогда исполнилось всего 32 года, приняли в действительные члены Академии наук СССР, минуя звание член-корра, как ранее приняли Курчатова. Кроме, этого 31 декабря 1953 г. А.Д. Сахарову, В.Л. Гинзбургу и В.А. Давиденко, участвовавшим в разработке «слойки», была присуждена Сталинская премия, а вскоре (4 января 1954 г.) они получили Орден Ленина и звание Героя Социалистического Труда. Одновременно с ними Сталинскую премию получил и Борис Павлович Константинов, организовавший по заданию Правительства Лабораторию исследования изотопов в ФТИ, разработавшую оптимальную технологию разделения изотопов лития²¹.

Однако расчеты показали, что разлет непрореагировавшего материала препятствует увеличению мощности «слойки» выше 750 килотонн. В это время в американских зарядах «Mike» (1 ноября 1952 г.) и серии «Castle» (от «Bravo» — 1 марта 1954 г. до «Nektar» — 14 мая 1954 г.) была использована отличающаяся и от «трубы», и от нашей «слойки» принципиально иная идея Улама–Теллера, которая разведке СССР была уже неизвестна²². Более того, высшие руководители нашего атомного проекта не имели информации о том, что мощность указанных американских взрывов в десятки раз превосходит мощность «слойки», которая, по сути, была атомной бомбой с термоядерным усилением.

Первый концептуальный прорыв был сделан в конце 1953 года В.А. Давиденко. В январе 1954 г. Зельдович и Сахаров направили Харитону схему новой концепции водородной бомбы, эквивалентную «первой идее» Станислава Улама — использовать триггер для гидродинамического сжатия термоядерного заряда.

²⁰ Через четыре года Хрущёв избавится и от товарища Маленкова, и от Вячеслав Михалыча, а Климент Ефремыч сохранит пост председателя Президиума Верховного Совета, поскольку покается, сказав, что «черт его попутал с антипартийной группой»

²¹ Исследованиями, связанными с разделением изотопов урана, в первые годы после окончания войны руководил другой физтеховец — Владимир Максимович Тучкевич.

²² В феврале 1950 года в результате провала советской агентурной сети в Англии был арестован Клаус Фукс — главный информатор СССР. Фукс выдал Голда, который 23 мая был вынужден сознаться, что он связной советской разведки, Голд выдал Грингласса, а Грингласс — Розенбергов.



В.А. Давиденко



Схема Давиденко

Второй прорыв произошел в марте–апреле 1954 года, после того, как США испытали 15-Мт бомбу высокой мощности в замке Браво, что стимулировало усилия группы Сахарова в СССР. Они разработали теоретическую основу радиационной имплозии, которую называют «третьей идеей» Сахарова [23].

Испытание 22 ноября 1955 г. новой бомбы РДС-37 было успешным, но привело к ряду трагических событий. В результате обвала потолка в жилом доме аула Малые Акжары погибла девочка в возрасте трех лет. В момент обвала землянки в выжидательном районе № 1, расположенном в 36 км от центра взрыва, были засыпаны землей шесть солдат батальона охраны, из которых один умер от удушья, остальные получили легкие ушибы. Осколками стекол и обломками строений были нанесены ранения и ушибы 26 жителям из населенного пункта Майское, совхоза Ворошиловградский, колхозов Сталин-Туы и Семиарское и 16 жителям Семипалатинска. В селе Семиарское вследствие обвала потолков в специально оборудованных помещениях одна женщина получила закрытый перелом бедра и две получили ушибы позвоночника. В городе Семипалатинске три человека получили сотрясения мозга. В общей сложности различные повреждения строений отмечались в 59 населенных пунктах. Стекла в домах вылетали в радиусе до 200 км от эпицентра взрыва.

А.Д. Сахарову и В.А. Давиденко была присуждена Ленинская премия, а вскоре и второй Орден Ленина и звезда Героя Социалистического Труда. Военный руководитель испытания новой бомбы маршал артиллерии Митрофан Ивано-

вич Неделин устроил у себя банкет в узком кругу для руководящих работников и ведущих ученых, конструкторов. Сахарову, как главному герою дня, он предложил произнести первый тост. Андрей Дмитриевич вспоминал: «Наконец, все уселись. Коньяк разлит по бокалам. «Секретари» Курчатова, Харитона и мои стояли вдоль одной из стен. Неделин кивнул в мою сторону, приглашая произнести первый тост. Я взял бокал, встал и сказал примерно следующее: «Я предлагаю выпить за то, чтобы наши изделия взрывались так же успешно, как сегодня, но только над полигонами, и никогда — над городами». За столом наступило молчание, как будто я произнес нечто неприличное. Все замерли. Неделин усмехнулся и, тоже поднявшись с бокалом в руке, рассказал довольно непристойную притчу про Бога, старика и старуху (о том, кто из них должен «укреплять» и кто «направлять» — *Примеч.*)... Я весь сжался, как мне кажется — побледнел. Несколько секунд все в комнате молчали, затем заговорили неестественно громко. Я же молча выпил свой коньяк и до конца вечера не открыл рта. Прошло много лет, а до сих пор у меня ощущение, как от удара хлыстом. Это не было чувство обиды или оскорбления. Меня вообще нелегко обидеть, тем более шуткой, но маршальская притча шуткой не была. Неделин считал необходимым дать отпор моему неприемлемому пацифистскому уклону, поставить на место меня и всех других, кому может прийти в голову нечто подобное». Как пишет далее Сахаров: «Необходимо добавить, что Неделин, будучи уже Главкомом Ракетных войск стратегического назначения, сгорел заживо 24 октября 1960 года, вместе примерно еще с сотней подчиненных ему высших офицеров и специалистов, во время испытаний новой межконтинентальной ракеты Р-16; трагедия произошла, потому что при возникновении проблем с запуском ракеты он приказал делать нечто, находящееся в вопиющем противоречии с элементарными требованиями безопасности. То же самое эти «направляющие» могли сделать и со всем человечеством» [16]. Действительно, катастрофа, повлекшая за собой большое количество жертв, была вызвана грубым нарушением процедуры подготовки ракеты к пуску и стремлением успеть осуществить запуск к приближавшемуся празднику — годовщине Октябрьской революции не до конца еще подготовленной



М.И. Неделин

ракеты. Данные о катастрофе были засекречены, и первые упоминания о ней в советских средствах массовой информации появились только в 1989 году. По официальным данным, погибло 74 человека (по другим данным — от 92 до 126 человек) в результате сильных ожогов и отравления парами гептила. За 30 минут до запланированного пуска произошел несанкционированный запуск двигателя второй ступени из-за прохождения преждевременной команды от токораспределителя. Дальше пошло разрушение баков первой ступени и взрывообразное возгорание компонентов ракетного топлива.

Создание «супербомбы»

Успешное испытание РДС-37 продемонстрировало отсутствие ограничений для мощности термоядерного оружия, а научным результатом стала экспериментальная проверка принципов расчета и конструирования термоядерных зарядов многоступенчатого типа. С этого момента началась разработка еще более мощной бомбы, что укладывалось в концепцию руководства страной Г.М. Маленкова и Н.С. Хрущёва: не гонясь за количественным паритетом с США в ядерных боеприпасах и средствах их доставки, добиться качественного превосходства советских стратегических ядерных сил. Техническим воплощением этой концепции стали разработка и создание таких ядерных боеприпасов и средств их доставки к целям, которые единичным ударом могли бы практически полностью уничтожить крупные города и целые урбанизированные регионы. Например, 40-тонная боевая часть глобальной ракеты УР-500 должна была иметь тротильный эквивалент 150 мегатонн. 23 июня 1960 года вышло Постановление Совета Министров СССР о создании орбитальной боевой ракеты Н-1 с термоядерной боевой частью массой 75 тонн; ее предполагаемая мощность могла быть огромна.

Разработка бомбы в 100 Мт, проводившаяся НИИ-1011 с осени 1954 года, завершилась в 1959 году, но от ее испытания воздержались, поскольку был заключен договор о моратории на ядерные испытания. Однако 10 июля 1961 года Хрущёв неожиданно пригласил на встречу физиков-ядерщиков и заявил им о намерении отказаться от моратория, который соблюдался три года, и взорвать, наконец, давно готовую 100-мегатонную бомбу. Против этого выступил только Сахаров, предложивший моратория не нарушать. Хрущёв ему резко возразил, сказав, что тот «лезет не в свое дело», но, глубоко уважая Сахарова, именно ему поручил руководство доработкой супербомбы. Работы надо было закончить к сентябрю, чтобы испытания имели максимальный политический эффект. Сахаров вернулся в Арзамас-16 и набрал конструкторскую группу, куда вошли В.Б. Адамский, Ю.Н. Бабаев, Ю.А. Трутнев и Ю.Н. Смирнов [25,26].

Открывая XXII съезд КПСС в только что построенном Дворце Съездов 17 октября 1961 г. Хрущёв неожиданно объявил, что скоро должны пройти испытания нового термоядерного оружия — супербомбы в 50 млн тонн²³. В тот момент на ядерном полигоне «Сухой Нос» или «объект-700» на острове Новая Земля был проведен взрыв бомбы, которую хотели было назвать «Царь-бомба», но главный конструктор академик Харитон, вовремя вспомнил, что Царь-пушка

²³ Мощность взрыва решили снизить в два раза, чтобы уменьшить радиоактивное заражение и обезопасить экипаж самолета.

никогда не стреляла, а Царь-колокол никогда не звонил. Поэтому она получила официальное название АН602, а неофициальное — «Кузькина мать»²⁴. Испытание прошло 30 октября 1961 года²⁵. Световая вспышка была столь яркой, что краска на корпусе бомбардировщика полностью сгорела, самолет на какое-то время потерял управление, когда его догнала ударная волна, но летчикам удалось удержать его от сваливания в штопор, и экипаж остался жив. За эту разработку Сахаров получил третью звезду Героя Социалистического Труда²⁶ и еще один Орден Ленина (07 марта 1962 г.).

Сахаров не только активно участвовал в работе над супербомбой, но после ее испытания по своей инициативе стал искать способ эффективной доставки сверхмощного заряда к цели, остановившись на гигантской «Царь-торпеде», запускаемой с атомной подводной лодки (АПЛ). Если осуществить взрыв супербомбы на большой глубине, то можно инициировать у берегов США огромную волну цунами, которая смоеет с лица земли «ненавистный оплот мирового империализма».

Энтузиазм Андрея Дмитриевича угас после беседы с инженер-вице-адмиралом Петром Фомичем Фоминым, в ведении которого находились все флотские ядерные боеприпасы, а также ему подчинялся ядерный полигон на Новой Земле. Фомин сказал Сахарову, что его шокирует сама мысль о массовом убийстве мирного населения, но написал по этому поводу докладную записку Хрущёву. Никита Сергеевич заинтересовался, приказал разобраться и доложить. . . Это было время Карибского кризиса, и мир стоял на грани глобальной термоядерной катастрофы. Использовать в данных условиях термоядерный 100-мегатонный заряд было весьма соблазнительно, если еще учесть реакцию Хрущёва, то дело обстояло очень и очень серьезно. На берегу Ладожского озера был построен макет побережья США, а на глубине производились взрывы разной мощности и изучались возникающие волны²⁷ [26]. Сахарова с того времени все больше волновал вопрос об ответственности ученых, создавших такое страшное оружие.

Карибский кризис

В 1957 году Хрущёв, расправившись с оппозицией в лице «антипартийной группы», обвинявшей его в новом культе личности²⁸, стал, как и Сталин, фактически единолично продавливать на Политбюро важнейшие стратегические решения. При этом он настолько переоценил роль ракетного оружия, что приступил к реорганизации и ломке сложившейся структуры армии. Удар наносился по ВВС, флоту и артиллерии. Хрущёв решил, что стратегические бомбардировщики нам не нужны, хотя у американцев было тогда более 800 межконтинентальных стратегических бомбардировщиков Б-52. К тому же, американцам со своих баз не надо было лететь, как нам, через океан или полюс. Стратегические

²⁴ В память о том, как Хрущёв на заседании Генеральной Ассамблеи ООН стучал ботинком по столу и грозился показать «буржуйам» кузькину мать.

²⁵ В тот же день делегаты XXII Съезда узнали, что тело Сталина вынесено из мавзолея.

²⁶ По началу Сахарова не оказалось в списке награжденных. Ему припомнили конфликт с Хрущёвым, но тот возмутился и сказал, что Сахаров внес неоценимый вклад в оборону страны.

²⁷ Ходили слухи, что первый вариант дамбы, разрабатывавшийся для Ленинграда в 1960-е годы, предназначался не столько для борьбы со стихией, сколько для предотвращения ядерного цунами.

²⁸ Евгений Евтушенко называл эту ситуацию «культом без личности».

ВВС СССР были заметно слабее. Их основу составляли около 400 межконтинентальных бомбардировщиков Ту-95.

ВМС США располагали 11 авианосцами, включая атомный «Enterprise», способными нести бомбардировщики-носители ядерного оружия А-3. Но основу составляли межконтинентальные баллистические ракеты Atlas, базирующиеся в США. Пусковой комплекс «Atlas-F» состоял из двух подземных сооружений, одно из которых являлось цилиндрической шахтой. В наличии на 1962 год было 144 этих МБР с боеголовками 1.44 и 3.75 Мт. На постоянном дежурстве находилось около 129 ракет, из которых половина хранилась в защищенных подземных шахтах. Время подготовки ракет к запуску составляло от 10 до 30 минут. Также в наличии имелось около 60 МБР Titan с 3.75 Мт. Арсенал МБР дополнялся ракетами средней дальности (РСД) Jupiter с радиусом действия 2400 км. 30 таких ракет было развернуто в южной Италии, 15 — в Турции. В Великобритании были развернуты 60 ракет Thor со сходными характеристиками.

У американцев было тогда 8 атомных подводных лодок (АПЛ), на которых находилось по 16 твердотопливных ракет «Polaris». Их дальность составляла 2200 км, а стартовать они могли из-под воды. У нас же было тогда 5 довольно шумных АПЛ, на которых было по 3 ракеты Р-13, специально разработанных для запуска с подводных лодок, но основной их недостаток — надводный старт. Лодка должна была подойти к побережью, всплыть, заправить ракеты горючим и только после этого их выпускать. Более того 4 июня 1961 года на одной из них, АПЛ К-19, случилась авария атомного реактора. Еще до этой катастрофы из-за многочисленных аварий эта лодка имела на флоте прозвище «Хиросима».

1961 год был годом великих триумфов СССР: 12 апреля — полет Юрия Гагарина, 6–7 августа — Германа Титова, 30 октября — супербомба. Весь мир видел советскую ракетно-ядерную мощь, хотя на самом деле СССР в то время отставал от США и по ядерным зарядам (в 17 раз), и по стратегическим бомбардировщикам (в несколько сотен раз), и по подводным лодкам с ядерным зарядом на борту (в 9 раз). По данным ЦРУ, в то время СССР имел около 400 ядерных боеголовок, однако первый американский спутник-шпион обнаружил в начале 1962 года только 25 ракетных стартовых позиций.

В этой ситуации Хрущёв хоть и говорил американцам: «Мы вас похороним», но понимал, что нам их не достать иначе как с Кубы. Первый раз идея размещения ракет на Кубе пришла к нему в 1962 году, когда он возглавлял делегацию Советского Союза, посещавшую Болгарию. Там один из его соратников, показывая в сторону Черного моря, сказал, что на противоположном берегу, в Турции, находятся ракеты, способные в течение 15 минут нанести удар по основным промышленным центрам СССР. Поэтому 20 мая 1962 года, сразу после возвращения из Болгарии, Хрущёв провел в Кремле беседу с министром иностранных дел А.А. Громыко, А.И. Микояном и министром обороны Р.Я. Малиновским, в ходе которой изложил им свою идею: в ответ на постоянные запросы Фиделя Кастро об увеличении советского военного присутствия на Кубе разместить на острове ядерное оружие. На заседании Совета обороны 21 мая он поставил этот вопрос на обсуждение. Больше всех против такого решения был Микоян, однако, в конце концов, члены Президиума ЦК поддержали Хрущёва. Министерству обороны и иностранных дел было поручено организовать скрытную переброску войск и военной техники по морю на Кубу. Из-за особой спешки



Н. Хрущёв и Д. Кеннеди

план был принят без утверждения — к реализации приступили сразу после получения согласия Кастро.

10 июня Малиновский представил проект операции по переброске ракет, подготовленный в Генеральном штабе. План предполагал размещение на Кубе двух видов баллистических ракет: 24 ракеты Р-12 с радиусом действия около 2000 км и 16 Р-14, с дальностью в два раза больше. Оба типа ракет были снабжены термоядерными боеголовками мощностью 1 Мт. После установки этих ракет на Кубе количество советских ядерных ракет, способных достичь территории США, увеличивалось в два раза.

К июню 1962 года Генеральный штаб разработал операцию прикрытия под кодовым названием «Анадырь». По мнению составителей плана, это должно было ввести американцев в заблуждение в отношении места назначения грузов. Всем советским военнослужащим, техническому персоналу и другим сопровождавшим «груз» также говорили, что они направляются на Чукотку. Для пущей достоверности к портам приходили целые вагоны шуб и дубленок. Но у операции был один существенный изъян: невозможно было скрыть ракеты от регулярно облетающих Кубу американских самолетов-разведчиков U-2. Таким образом, план заранее разрабатывался с учетом того, что американцы обнаружат советские ракеты до того, как все они будут смонтированы. Единственный выход, который сумели найти военные — разместить несколько зенитных батарей в местах разгрузки. Для переброски войск выделили 85 кораблей. Каждому капитану вручили запечатанный пакет, который следовало вскрыть в море в присутствии замполита. В конвертах было предписание следовать на Кубу и избегать контакта с кораблями НАТО.

Есть версия, что лучше всех опасность ситуации понимали военные — начальник ГРУ Генерального штаба генерал армии Иван Александрович Серов, Главный маршал артиллерии Сергей Сергеевич Варенцов и, возможно, маршал Сергей Семенович Бирюзов. Чтобы остановить угрозу ядерного конфликта, надо было донести до руководства США истинное положение дел. Они сошлись



И.А. Серов

на кандидатуре полковника ГРУ Олега Владимировича Пеньковского, который смог бы «слить» нужную информацию ЦРУ [27].

Пеньковский согласился сыграть роль предателя и начал искать контакт с западными спецслужбами, однако ЦРУ категорически отказалось с ним сотрудничать, посчитав, что это спецоперация советских спецслужб. Поэтому Пеньковский решил действовать через британскую разведку — в день полета первого человека в космос, 12 апреля 1961 года, состоялась его первая встреча с представителем британской разведки в Москве, а 20 апреля он прибыл в Лондон во главе советской закупочной делегации. На встрече с Пеньковским присутствовали четыре владеющих русским языком разведчика — по двое от ЦРУ и МИ-6. В итоге была достигнута договоренность о начале совместной операции.

После возвращения из Лондона Пеньковский доносил, что СССР значительно отстает от государств Запада по вооружениям и к войне с НАТО совершенно не готов. Пеньковский сообщал, что только треть из миллиона членов КПСС сохраняют преданность партии, а у молодежи отсутствует желание воевать, вместо этого молодое поколение выражает недовольство из-за острой нехватки продуктов и вещей в магазинах. По требованию британской разведки постепенно Пеньковский перешел к информации военно-технического характера, используя фотокамеру «Минокс», фотографировал в Министерстве обороны, Госплане и в Комитете по атомной энергии и передал 110 кассет фото пленки — более 5 тысяч снимков документации, более 7.5 тысячи страниц секретнейших материалов. Ему были предоставлены большие возможности по доступу к сверхсекретной стратегической информации, которая обычному сотруднику ГРУ не доступна. Военные эксперты НАТО, подчеркивая его вклад в укрепление обороноспособности своего блока, считают, что полученная от него информация привела к кардинальному переосмыслению всей стратегии НАТО.

Однако сведения, переданные Пеньковским на Запад, несмотря на их огромный объем, при более детальном изучении оказываются либо малоэффективными, либо подтверждающими уже известные данные. Полученная от него информация теряла актуальность в считанные часы после ее передачи. Информация о размещении на Кубе советских ракет стала известна США благодаря полетам U-2 и спутнику-шпиону. Пеньковский предоставил точную информацию о внешнем виде и других характеристиках Р-12 и Р-14, обнаруженных на



О.В. Пеньковский на суде

Кубе²⁹ военных планах и вероятной стратегии СССР в назревающем конфликте, включая возможный удар по Западному Берлину в качестве возмездия за американское вторжение на Кубу. Однако из-за Кубы Хрущёв воевать не будет. Это совпадало и с желанием американцев. Доводилось до сведения, что Хрущёв выведет ракеты с Кубы при условии вывода американских ракет с территорий Ирана, Пакистана и Турции. Т.е. Пеньковский «подсказывал Западу» позицию советских руководителей при подготовке к переговорам.

Его арестовали 22 октября 1962 года в самый критический момент Карибского кризиса — в день, когда президент Кеннеди объявил, что США в опасности, приводят свои вооруженные силы в полную боевую готовность и начинают блокаду Кубы. В Соединенных Штатах опасность войны была настолько реальна, что в Белом доме прошло обсуждение списка лиц, допущенных в правительственное убежище. 27 октября 1962 года советские ПВО сбили над Кубой американский самолет-разведчик. Казалось, что третья мировая уже началась. Однако Джон Кеннеди, считавший, по словам Жаклин Кеннеди, Хрущёва гангстером, не отдал приказ о нанесении ответного удара, поскольку к тому времени он уже имел информацию, что Хрущёв блефует, и у него пока еще нет сил для нанесения неотразимого ракетно-ядерного удара по США. Хрущёву ничего не оставалось, как написать президенту Кеннеди свое знаменитое письмо, в котором он согласился с тем, что «только сумасшедший или самоубийца может пожелать уничтожить вашу страну». Кеннеди же предложил Хрущёву сделку: «Демонтируйте ваши площадки для запуска ракет на Кубе, и мы оставим ее в покое». Хрущёву пришлось согласиться, и Карибский кризис, который мог перерасти в третью мировую войну, миновал.

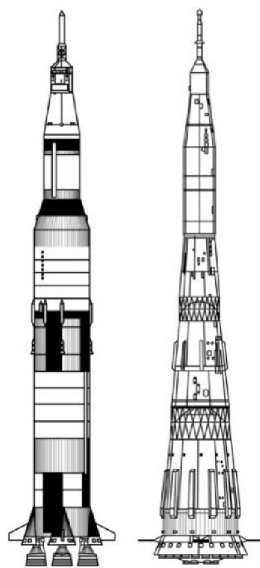
О Пеньковском написаны тома, как о человеке, сыгравшем едва ли не ключевую роль в предотвращении мировой ядерной войны. Один двухтомник так и назывался — «Шпион, который спас мир»³⁰. 11 мая 1963 года, в Москве состоялся необычный суд, материалы которого до сих пор закрыты. Английская

²⁹ Из-за блокады Кубы Соединенными Штатами Р-14 доставлены не были.

³⁰ П.А. Судаплатов также считает, что Пеньковский сыграл в истории холодной войны такую же роль, как Клаус Фукс, давший информацию о том, что в конце 40-х годов США не были готовы к полномасштабной атомной войне с СССР [14].



Вернер Магнус фон Браун



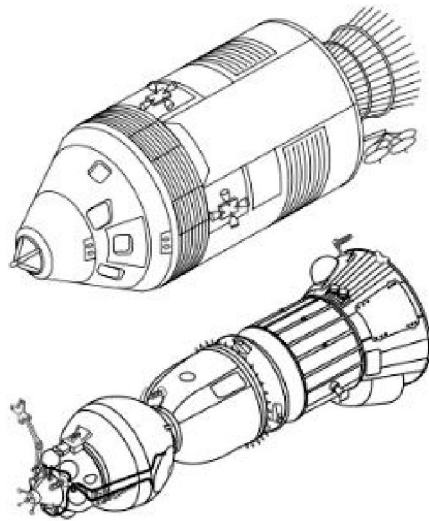
Saturn-5 и N-1

«Санди телеграф» 19 мая 1963 года, уже после приведения приговора Пеньковскому в исполнение, писала: «Западные официальные лица в Москве считают, что смертный приговор Олегу Пеньковскому — чистойшей липа, а казнь Пеньковского «состояла в том, что его паспорт уничтожили, а взамен ему выдали другой». Пеньковский на суде действительно держался совершенно спокойно, как артист на сцене, нарочито литературная речь и актерская дикция Пеньковского напоминали радиоспектакль. Ходили слухи, что Пеньковский якобы выдал секрет ракетного топлива, поэтому мы стали отставать от США в лунной гонке, но эта версия, как мы теперь видим, не находит подтверждения.

Лунная гонка

Джон Кеннеди еще в своей инаугурационной речи 20 января 1961 года предложил Советскому Союзу: «Будем вместе исследовать звезды... В качестве первого шага США и СССР могли бы выбрать высадку с научными целями на Луну, а затем возвратить их на Землю...». Хрущёв, подозревая попытку выведать секреты советской ракетной и космической техники, отказался, и началась лунная гонка. После многочисленных успехов СССР в освоении космоса, США сосредоточились на попытках вернуть статус самой технологически развитой державы и обратили свой взор на Луну. Средством обретения американского космического лидерства стала объявленная в 1961 году интегральная (облетная и посадочная) лунная пилотируемая программа «Saturn» — «Apollo», нацеленная на достижение Луны человеком до конца десятилетия.

В 1962 году в ОКБ-1 Королёва начали проектировать многоместный многоцелевой универсальный пилотируемый космический корабль под индексом «7К» — прототип лунно-орбитального корабля 7К-ЛОК, получивший название «Союз». Только спустя несколько лет, 3 августа 1964 г., в СССР была утвержде-



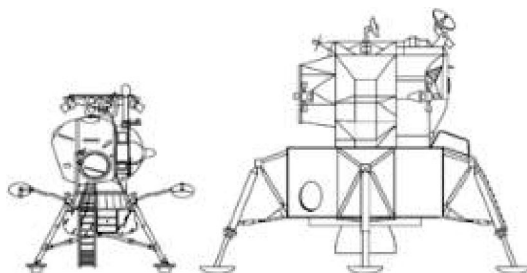
Лунный орбитальный корабль

на лунная пилотируемая программа и развернулись масштабные работы по двум параллельным пилотируемым программам: облета Луны («Протон» — «Зонд/Л1») к 1967 году и посадке на нее (Н1-Л3) к 1968 году. Однако Брежнев, Сулов, Семичастный и другие члены Президиума ЦК, тайно сговорились и, дождавшись, когда Хрущёв уедет отдыхать, собрали в октябре 1964-го пленум ЦК, добились нужного решения и только потом вызвали Хрущёва в Москву³¹. Поэтому первая экспедиция лунно-посадочной программы СССР была передвинута на третий квартал 1968 года, заметно отстав от США [28].

Для пилотируемой посадки на Луну, подготовки к ней по программе «Apollo», а также, в двухступенчатом варианте, для выведения на околоземную орбиту орбитальной станции «Skylab» использовавшаяся в США сверхтяжелая ракета-носитель Saturn-5 сохранила ориентацию на ЖРД. Главный конструктор Вернер фон Браун выполнил ее по трехступенчатой схеме, с последовательным расположением ступеней. На первой ступени устанавливались пять кислородно-керосиновых ЖРД F1, которые по сей день остаются самыми мощными однокамерными ракетными двигателями из когда-либо летавших. На второй устанавливались пять двигателей J-2, работающих на топливной паре «жидкий водород-жидкий кислород», на третьей ступени — один водородно-кислородный ЖРД, аналогичный использованному на второй ступени.

СССР в то время также пытался создать 100-метровую ракету «Носитель-1» (Н-1), которая должна была составить конкуренцию американской Saturn 5. Н-1 была выполнена по последовательной схеме расположения и работы ступеней и включала 5 ступеней, на всех из которых использовались кислородно-керосиновые двигатели. На установке таких двигателей настаивал С.П. Королёв. Не имея технологических и инфраструктурных возможностей для рискованной и затратной разработки высокоэнергетичных кислород-водородных двигателей и отстаивая более мощные двигатели на токсичных высококипящих компонен-

³¹ Если бы они не одержали верх на этом пленуме, то их бы тоже объявили новой «антипартийной группой».



Лунный корабль

тах, ведущее по ракетному двигателестроению КБ Глушко отказалось делать двигатели для Н-1. Их создание было поручено авиадвигательному КБ Кузнецова, которое добилось наивысшего энергетического и ресурсного совершенства для двигателей кислород-керосинового типа. На всех ступенях топливо хранилось в шаровых баках, подвешенных на несущей оболочке. Двигатели КБ Кузнецова были недостаточно мощными, их приходилось устанавливать в больших количествах, что привело к ряду негативных эффектов.

Ступени именовались блоками — «А», «Б» и «В» для выведения корабля ЛЗ на околоземную орбиту; «Г» и «Д» для разгона корабля от Земли и торможения у Луны. Таким образом, Н1 как носитель для вывода на низкую околоземную орбиту фактически был 3-ступенчатым. Отлетный лунный ракетный комплекс (43.2 м, 95 т) под общим головным обтекателем диаметром 5.9 м с системой аварийного спасения состоял из двух верхних блоков носителя Н-1 и корабля ЛЗ, включавшего в качестве модулей лунный орбитальный корабль (ЛОК, 9.85 т) и 5.56-тонный лунный корабль (ЛК, 5.56 т). Предполагалось, что на основе конструктива Н-1 будет эксплуатироваться семейство ракет-носителей: форсированная версия Н1Ф; модернизированный вариант Н1М (вариант на кислород-водородных двигателях, для полезного груза 155–175 т); меньшие по размерам Н11/11А53 (три средние ступени Н-1, стартовая масса 700 т, для полезного груза в 25 т); Н111/11А54 (третья и четвертая ступени Н-1, стартовая масса 200 т, для полезного груза в 5 т; в перспективе и большие носители Н2, Н3, Н4 (стартовая масса 7000, 12000, 18000 т, под две нижние ступени Н-1 последовательно подставлялись более мощные первые ступени).

Первое время альтернативой лунному носителю Н-1 КБ Королёва были нереализованные проекты носителей УР-700 КБ Челомея и Р-56 КБ Янгеля. Несмотря на некоторые менее прогрессивные технические решения (большее число ступеней, большее количество двигателей, большая суммарная тяга и меньший размер их сопел на первой ступени, отказ от использования более высокоэнергетического кислород-водородного топлива на верхних ступенях, меньшая масса полезной нагрузки) советский носитель Н-1 был сопоставим с американским носителем Saturn-5.

Интересной особенностью проекта был способ входа в атмосферу при возвращении на Землю. Планировался вход в атмосферу над южным полушарием Земли, при этом за счет аэродинамических сил спускаемый аппарат снова поднимался в космос, а его скорость уменьшалась со второй космической до суборбитальной. Повторный вход в атмосферу проходил уже над территорией Советского Союза. Такая «двухнырковая» схема позволяла осуществить посадку в

высоких широтах, на территории СССР (американские «Apollo», садившиеся с одного «нырка», приводнялись в низких широтах в океане). По предварительным назначениям первый облет Луны должен был совершить экипаж Быковский — Рукавишников, а первым космонавтом СССР на Луне предстояло стать Алексею Архиповичу Леонову. Для этого ему надо было через открытый космос перейти в лунный корабль и в одиночку прилуниться, а потом взлететь, что было весьма рискованным предприятием. В ходе полета корабля «Восход-2» Леонов совершил первый в истории космонавтики выход в открытый космос продолжительностью 12 минут 9 секунд, но раздувшийся космический скафандр препятствовал его возвращению в корабль. Войти в шлюз Леонову удалось, только сжав из скафандра излишнее давление, при этом он залез в люк корабля не ногами, а головой вперед, что было запрещено инструкцией. Перед посадкой корабля отказала автоматическая система ориентации, и командир корабля Павел Иванович Беляев³² вручную сориентировал корабль и включил тормозной двигатель. В результате «Восход» совершил посадку в нерасчетном районе в 180 км севернее города Перми, в 70 км западнее городов Березники, Соликамск и Усолье Пермской области³³.

В условиях «лунной гонки», из-за проведения в СССР двух беспилотных полетов вокруг Луны в США было решено произвести рискованную перестановку в лунной программе. Полет вокруг Луны был переставлен перед планировавшейся ранее отработкой на околоземной орбите всего комплекса «Apollo». Поскольку лунный модуль еще не был готов к полетам, облет было решено выполнить без него, после всего одного пилотируемого полета орбитального корабля «Apollo» и в первом же пилотируемом полете ракеты Saturn-5.

В январе 1966 года умер С.П. Королёв, а 28 ноября, уже без него, состоялся первый беспилотный испытательный запуск «Союза» под наименованием «Космос-133». Через двое суток при посадке траектория его спуска из-за сбоя в системе ориентации оказалась слишком пологой. Спускаемый аппарат перелетел территорию СССР и шел на посадку в Китае. Чтобы этого не произошло, из Центра управления полетом была выдана команда на подрыв аппарата.

14 декабря 1966 года при старте второго беспилотного корабля произошла авария ракеты-носителя. За несколько секунд до запуска двигателей автоматическая система управления ракеты прервала предстартовые операции. В это время сработала система аварийного спасения, и произошло воспламенение в контуре терморегулирования космического аппарата. В считанные секунды последовал взрыв его топливных баков и ракеты-носителя.

Третий испытательный полет «Союза» («Космос-140») начался 7 февраля 1967 года. Он продолжался двое суток и в целом прошел нормально, но на участке торможения в атмосфере прогорело теплозащитное днище спускаемого аппарата — он приводнился в Аральском море и затонул. В результате в 1966 году ни один советский космонавт не работал на орбите. Следующий год был юбилейным — 50 лет Октябрьской революции. Партийное руководство страны требовало новых запусков пилотируемых кораблей, чтобы очередными успеха-

³² Воевал в Корее, награжден медалью «За освобождение Кореи» (15 октября 1948, КНДР).

³³ В сообщении ТАСС это называлось «посадкой в «запасном районе», который на самом деле являлся глухой пермской тайгой. После посадки огромный купол парашюта, застрявший на двух высоких елях, развевался на ветру.

ми в космосе отметить эту дату. Поэтому было решено, что предыдущие испытательные полеты корабля «Союз» допускают использование его в пилотируемом варианте, поэтому в апреле 1967 года запланировали старт двух аппаратов с космонавтами: «Союз-1» с одним человеком на борту, а через сутки — «Союз-2» уже с тремя. Далее намечалась стыковка спутников и переход двух космонавтов через открытый космос из «Союза-2» в «Союз-1». После этого корабли должны были расстыковаться и совершить посадку на Землю. Государственная комиссия в августе 1966 года утвердила командиром «Союза-1» инженера-полковника Владимира Михайловича Комарова, а его дублером — Юрия Алексеевича Гагарина. На «Союз-2» был назначен основной экипаж в составе Валерия Федоровича Быковского, Алексея Станиславовича Елисеева, Евгения Васильевича Хрунова и дублирующий, в который вошли Андриян Григорьевич Николаев, Валерий Николаевич Кубасов и Виктор Васильевич Горбатко.

23 апреля 1967 года в космос ушел «Союз-1». В спускаемом аппарате были установлены еще два кресла для Елисеева и Хрунова. После вывода корабля на орбиту последовали отказы ряда бортовых систем. Не раскрылась и одна из панелей солнечной батареи, что вдвое сократило энергетические возможности и сделало невозможной запланированную стыковку. Все попытки Комарова ликвидировать неисправность закончились неудачей. Тогда было принято решение запуск «Союза-2» отменить, а Комарову совершить досрочную посадку. Но на конечном этапе спуска корабля на Землю отказала парашютная система: по окончательно неустановленным причинам вытяжной парашют на высоте 7 км (при скорости около 220 м/с) не смог вытянуть из лотка основной парашют; при этом запасной парашют, успешно вышедший на высоте 1.5 км, не наполнился, так как его стропы обмотались вокруг неотстреленного вытяжного парашюта основной системы; спускаемый аппарат в пустынной степной местности в Оренбургской области ударился о землю со скоростью около 50 м/с, что привело к мгновенной гибели космонавта. Были повреждены емкости с пероксидом водорода, который, как сильный окислитель, усугубил пожар, в результате чего спускаемый аппарат практически полностью сгорел [28].

В декабре 1968 года США вырвались вперед в космической гонке и выиграли первый (облетный) этап «лунной гонки», когда Фрэнк Борман, Джеймс Ловелл и Уильям Андерс в полете 21–27 декабря на корабле «Apollo-8» сделали десять витков вокруг Луны. Менее чем через год, с осуществлением второго (посадочного) этапа, США выиграли и всю «лунную гонку». 16 июля 1969 года с мыса Канаверал стартовал американский корабль «Apollo-11» с экипажем из трех человек — Нила Армстронга, Майкла Коллинза и Эдвина Е. Олдрина младшего. 20 июля была совершена посадка на Луну, а 21 июля Нил Армстронг совершил выход на ее поверхность. По всему миру, за исключением СССР и КНР, велась прямая трансляция, и за этим событием наблюдало порядка 500 миллионов человек. Впоследствии США провели еще пять успешных экспедиций на Луну. В ряде последних экспедиций был использован управляемый астронавтами лунный самоходный аппарат, который давал возможность перевозить на каждом рейсе по несколько десятков килограммов лунного грунта (как тогда писали у нас, «лунных булыжников»).

За несколько дней до старта «Apollo-11» двумя советскими автоматическими межпланетными станциями («Луна-14» и «Луна-15») были предприняты попыт-

ки доставки на Землю лунного грунта, оказавшиеся неудачными. СССР смог получить первые образцы лунного грунта через год — с помощью АМС «Луна-16» в 1970 году, после чего доставка по несколько сот граммов лунного грунта была повторена еще два раза. Также несколько позже (в 1970 и 1973 гг.) на Луну доставлялись и успешно работали в течение нескольких недель первые в мире телеуправляемые с Земли советские лунные самоходные аппараты «Луноходы».

Чтобы разобраться в проектных противоречиях Королёва, Челомея и Янгеля, Д.Ф. Устинов поручил НИИ-88 произвести объективную сравнительную оценку возможностей освоения Луны носителями Н-1, УР-500 и Р-56. По расчетам Ю.А. Мозжорина и его сотрудников, для обеспечения приоритета над США следует с помощью трех Н-1 собрать на орбите у Земли ракетный комплекс в 200 т. Для этого будет нужно три ракеты Н-1 или двадцать ракет УР-500. В этом случае будет обеспечена посадка на Луну корабля массой в 21 т и возвращения к Земле корабля массой 5 т. Все экономические расчеты были в пользу Н-1. Таким образом, Н-1 стал главным перспективным носителем для реализации Советской лунной программы и, как оказалось позже, главной причиной ее неудачи.

Первый пуск Н-1 был произведен 21 февраля 1969 года с беспилотным кораблем «Зонд-М» (прототипом ЛОК) в качестве полезной нагрузки и закончился аварийно. Второй пуск состоялся 3 июля 1969 года и также закончился аварийно из-за отклонений в работе периферийного двигателя. Ракета успела вертикально взлететь на 200 метров, и началось отключение двигателей. За 12 секунд были отключены все двигатели, кроме одного — № 18. Единственный работающий двигатель начал разворачивать ракету вокруг поперечной оси. На 15-й секунде сработали пороховые двигатели системы аварийного спасения, раскрылись створки обтекателя, и спускаемый аппарат, оторванный от носителя, успешно улетел, после чего носитель на 23-й секунде полета упал на место старта. В результате крупнейшего в истории ракетостроения взрыва стартовый стол был практически разрушен, а расположенный неподалеку с ним второй стартовый стол сильно поврежден. По заключению аварийной комиссии под председательством В.П. Мишина, причиной аварии было разрушение насоса окислителя двигателя. На анализ результатов испытаний, дополнительные расчеты, исследования, экспериментальные работы и подготовку второй пусковой установки ушло два года.

Третий пуск с макетом беспилотного лунного орбитального корабля ЛОК (11Ф93) и макетом лунного посадочного корабля ЛК (11Ф94) комплекса ЛЗ состоялся 27 июня 1971 года. Все 30 двигателей блока А вышли на режим предварительной и главной ступеней тяги в соответствии со штатной циклограммой и нормально функционировали, однако в результате нерасчетного момента по крену ракету стало поворачивать вокруг продольной оси, рулевые сопла перестали справляться с поворотом, углы превысили допустимые, и ракета начала разрушаться в полете. Первым разрушилось место соединения блока В и головного блока, который упал недалеко от места старта. Поскольку для гарантий сохранности стартового комплекса команда аварийного выключения двигателей была заблокирована до 50 секунд, полет продолжался. Первая и вторая ступени неуправляемо полетели дальше, и после снятия блокировки на 50.1 секунде полета двигатели были выключены аварийной командой от концевых контактов гиросприборов. Врезавшись в землю со взрывом, РН образовала в 16.2 км

от старта воронку диаметром 45 м и глубиной 15 м. Четвертый пуск состоялся 23 ноября 1972 года, но был также неудачным, и в 1974 году работы над проектом Н-1 были прекращены.

Лунно-орбитальный корабль-модуль 7К-ЛОК комплекса ЛЗ совершил один, а лунно-посадочный корабль-модуль Т2К-ЛК — три тестовых околоземных беспилотных полета уже после первой высадки США. По программе Н1-ЛЗ, продолжавшейся еще некоторое время, первая советская экспедиция могла состояться не ранее 1975 года, а за ней — до пяти последующих.

Советские лунные программы во многом уступали американским. Лунно-облетный корабль «Зонд» не выходил на окололунную орбиту и вмещал только двоих космонавтов. В лунно-посадочном комплексе ЛЗ экипаж состоял также только из двух космонавтов, причем на Луну должен был высаживаться только один космонавт, при каждом рейсе могло быть привезено только несколько килограммов лунного грунта, а при лунно-посадочном корабле-модуле не было лунного самоходного аппарата. Советские корабли не имели бортовых ЭВМ, однако имели полную автоматизацию всех этапов полета, в то время как на «Аполло» многие операции были предусмотрены только в ручном режиме. Кроме того, для повышения надежности советских экспедиций предусматривалось, что для каждой из них сначала на Луну в автоматическом режиме доставляется беспилотный лунно-посадочный корабль-модуль, который становится резервным для следующего пилотируемого. Также предполагалось, что в последующих полетах космонавт будет пользоваться на Луне отдельно доставляемым дооборудованным для ручного управления луноходом.

Обе советские пилотируемые лунные программы так и не были завершены из-за изначального отставания по срокам и более чем в 5 раз меньшего по сравнению США финансирования. Еще до разворачивания лунно-облетной и лунно-посадочной программ в СССР были разработаны технические предложения по созданию пилотируемой лунной орбитальной станции Л4. После успеха США и сворачивания работ по программе Н1-ЛЗ, был составлен новый проект Н1Ф-ЛЗМ для обеспечения к 1979 году более долговременных, чем американские, экспедиций на Луну с перспективой сооружения на ее поверхности в 1980-х гг. советской лунной базы «Звезда», для которой уже был разработан достаточно детальный проект. Однако назначенный в мае 1974 года вместо В.П. Мишина генеральным конструктором советской космической программы В.П. Глушко не стал отстаивать доведение носителя пилотируемой лунной программы и своим приказом, с согласия Политбюро и Министерства общего машиностроения, прекратил все работы по носителю Н-1 и пилотируемым лунным программам фактически в 1974 году, а формально в 1976. Более поздний проект советских пилотируемых полетов на Луну «Вулкан» — «ЛЭК» рассматривался, но также не был реализован.

Советские лунные программы были строго засекречены и стали достоянием гласности только в 1990 году. Изначально недостаточное внимание к пилотируемой лунной программе было вызвано также и спором конструкторов по поводу практической эффективности освоения космоса, где взглядам Королёва о необходимости пилотируемого освоения космоса противостоял взгляд Г.Н. Бабакина о том, что только освоение космического пространства автоматами даст реальную и быструю пользу человечеству. Решающее слово в этом соперничестве бы-



Ракетный комплекс «Пионер»

ло за В.Н. Челомеем. Будучи одним из ключевых создателей ракетно-ядерного щита СССР и главой второй из главных организаций по созданию космической техники, он в определенный период рассматривал взгляд Бабакина как более перспективный, но с другой стороны, предложил КБ Королёва «свой» лунно-облетный корабль ЛК-1 (на носителе «Протон») и «свой» лунно-посадочный комплекс из корабля ЛК-3 и носителя УР-700. Однако Челомей попал в опалу после отстранения Хрущёва от власти [28].

Ракеты средней дальности

В середине 1970-х годов в США, а затем и в СССР были созданы системы лазерного, инфракрасного и телевизионного наведения ракет. Это позволило достичь большой точности их попадания в цели (до 30 метров). Эксперты заговорили о возможности нанесения обезглавливающего или ослепляющего ядерного удара, который позволял бы уничтожить руководство противника до того, как будет принято решение об ответно-встречном ударе. Это возродило представления о возможности победы в «ограниченной ядерной войне» благодаря выигрышу в подлетном времени. 17 августа 1973 года министр обороны США Джеймс Шлезингер обнародовал концепцию обезглавливающего удара как новую основу ядерной политики США. Приоритет в развитии средств ядерного сдерживания смещался со стратегической триады на средства средней и меньшей дальности.

США приступили к модификации размещенной в Западной Европе системы передового базирования. В рамках этого проекта повысилось американо-британское взаимодействие по модификации баллистических ракет на подводных лодках и ракет средней дальности. В 1974 году Великобритания и Франция обязались развивать общую систему обороны, включая ядерную сферу. В СССР эти действия были восприняты как отказ Франции от концепции «независимой обороны» и пересмотр политики голлизма.

В 1976 году министром обороны СССР стал Д.Ф. Устинов, который склонялся к жесткому ответу на действия США. В 1977 году СССР под предлогом модификации устаревших комплексов РСД-4 и РСД-5 приступил к развертыванию на западных границах ракет средней дальности РСД-10 «Пионер» — подвижный ракетный комплекс с твердотопливной двухступенчатой ракетой. Ракетные комплексы «Пионер» заменили стоявшие на боевом дежурстве в европейской части СССР комплексы Р-12 и Р-14, а Р-16 в Сибири и Забайкалье. Очень быстро



Pershing-2

новая советская ракета приобрела известность как «Гроза Европы [29].

Всего было развернуто около трехсот ракет подобного класса, каждая из которых была оснащена тремя боевыми блоками индивидуального наведения на цели. Это позволяло СССР в считанные минуты уничтожить военную инфраструктуру НАТО в Западной Европе — центры управления, командные пункты и порты (последнее в случае войны делало невозможным высадку американских войск в Западной Европе).

В ответ 12 декабря 1979 года Совет НАТО принял решение, предусматривавшее размещение к 1983 году в Европе 572 ракет Pershing-2. Малое полетное время ракет Pershing-2 давало США возможность нанести первый удар по командным пунктам и пусковым установкам советских МБР. Администрация Джимми Картера колебалась, следует ли размещать в Европе «евроракеты». В октябре 1980 года начались переговоры об ограничении ядерных вооружений в Европе. Однако в ноябре того же года на президентских выборах в США победил Рональд Рейган, который придерживался жесткого подхода. В 1981 году его администрация предложила «нулевой вариант» — США не размещают в Европе ракеты средней и меньшей дальности и крылатые ракеты, а СССР ликвидирует свои ракеты «Пионер». Однако СССР от такого подхода отказался. Во-первых, американских ракет в Европе не было, и советское руководство считало ликвидацию «Пионеров» обменом на «пустоту». Во-вторых, американский подход не учитывал ракет средней и малой дальности (РСМД) Великобритании и Франции, которые тоже представляли угрозу СССР. В противовес Л.И. Брежнев выдвинул программу «абсолютного нуля», подразумевавшую, что в ответ на вывод РСД-10 США должны не только отказаться от размещения Pershing-2, но также вывести из Европы тактическое ядерное оружие, ликвидировать систему передового базирования и добиться ликвидации британских и французских РСД. США не приняли предложение, ссылаясь на превосходство СССР и стран Варшавского договора в обычных вооруженных силах.

После смерти Брежнева к власти в СССР пришел сторонник жесткого курса Ю.В. Андропов. Одновременно, в марте 1983 года, администрация Рейгана заявила о начале реализации программы Стратегической оборонной инициативы (СОИ), полномасштабной системы космического базирования, предназначенной для перехвата советских МБР на разгонном участке траектории полета³⁴. В этой связи Генеральный штаб Вооруженных сил СССР подготовил серию

³⁴ СССР отчасти сам спровоцировал американскую СОИ, проведя накануне названные на Западе

аналитических записок, в которых делался вывод о том, что связка «евроракеты — СОИ» представляет угрозу безопасности СССР: сначала противник нанесет обезглавливающий удар евроракетами, за которым последует контрудар с использованием МБР, после чего он сможет перехватить средствами СОИ ослабленный удар советских стратегических ядерных сил. Поэтому в августе 1983 года Андропов заявил, что СССР будет вести переговоры по РСМД только в пакете с переговорами по СОИ. Одновременно СССР взял на себя односторонние обязательства не испытывать противоспутниковое оружие.

Но вести «пакетные переговоры» США отказались. В сентябре 1983 года американцы начали развертывание своих ракет на территории Великобритании, Италии, Бельгии и Нидерландов. 22 ноября 1983 года Бундестаг проголосовал за размещение ракет Pershing-2 на территории ФРГ. Эти действия вызвали резко негативную реакцию в СССР. Ю.В. Андропов выступил со специальным заявлением, в котором говорилось о нарастающей опасности ядерной войны в Европе, выходе СССР из переговоров по евроракетам и принятии ответных мер — размещении оперативно-тактических ракет (ОТР) «Ока» на территории ГДР и Чехословакии. Имея радиус действия до 450 км, они теоретически могли простреливать всю территорию ФРГ, то есть нанести превентивный разоружающий удар по местам дислокации «Першингов». Одновременно СССР выдвинул свои атомные подводные лодки ближе к побережью США.

Попытка возобновить контакты между сторонами начались сразу после смерти Андропова. На его похоронах присутствовали премьер-министр Великобритании Маргарет Тэтчер и вице-президент США Джордж Буш-старший. Они предложили возобновить переговоры по евроракетам при условии, что СССР «разблокирует пакет». В советском руководстве, однако, не было единства. Новый генеральный секретарь ЦК К.У. Черненко выступал за переговоры со странами НАТО, но министр обороны Д.Ф. Устинов, который стал фактически вторым человеком в Политбюро, категорически отказывался разблокировать пакет. Поскольку СССР продолжал начатое при Андропове развертывание ОТР «Ока» и «Темп-С» в Чехословакии и ГДР, США заявили летом 1984 года, что намерены развернуть в Европе оперативно-тактические ракеты «Lance» с нейтронными боеголовками.

В декабре 1984 года Великобританию посетила советская делегация во главе с М.С. Горбачевым. Но, несмотря на теплый прием, М. Тэтчер категорически отказалась вести «пакетные» переговоры. Ситуация изменилась после смерти Устинова — в советском руководстве возобладала компромиссная линия. 7 февраля 1985 года на встрече с госсекретарем США Дж. Шульцем министр иностранных дел СССР А.А. Громыко согласился вести переговоры по евроракетам отдельно от переговоров по космическим вооружениям. После избрания Горбачева генеральным секретарем ЦК переговоры возобновились.

Позиция СССР на переговорах стала мягче. Летом 1985 года Горбачев ввел мораторий на развертывание ОТР-23 в Чехословакии и ГДР. Попытку достичь соглашения М.С. Горбачев и Р. Рейган предприняли на переговорах в ноябре 1985 года. Она завершилась неудачей: США отказывались вывести ракеты сред-

«пятичасовой ядерной войной» ширококомасштабные учения своих стратегических сил (с осуществлением перехвата спутников, запуском наземных МБР и ракет с АПЛ).

ней дальности из Европы, а СССР был близок к повторной блокировке пакета. Но в январе 1986 года Горбачев провозгласил программу поэтапной ликвидации ядерного оружия во всем мире, пошел на ряд серьезных уступок и согласился «разблокировать пакет».

Осенью 1986 года СССР предложил вариант вывоза ракет средней дальности: СССР отводит РСД-10 за Урал, а США вывозят Pershing-2 и крылатые ракеты наземного базирования в Северную Америку. Президент Р. Рейган согласился принять этот вариант. Однако 24 декабря 1986 года против него в категорической форме выступила Япония: в Токио опасались, что СССР перенацелит РСД-10 на них. 1 января 1987 года против этого варианта выступил и Китай, где также опасались стать целью РСД-10. В итоге, когда в феврале 1987 года СССР предложил проект «двойного нуля», США, учитывая интересы Японии, отказались его принять.

Достичь компромисса удалось на переговорах министра иностранных дел СССР Э.А. Шеварднадзе в сентябре 1987 года. СССР согласился разработать единую классификацию по РСМД и включить в будущий договор ОТР-23, хотя они не попадали под определение РСМД. США, в свою очередь, обещали уничтожить крылатые ракеты наземного базирования «Tomahawk» и отказаться от развертывания в Центральной Европе «Lance-2»

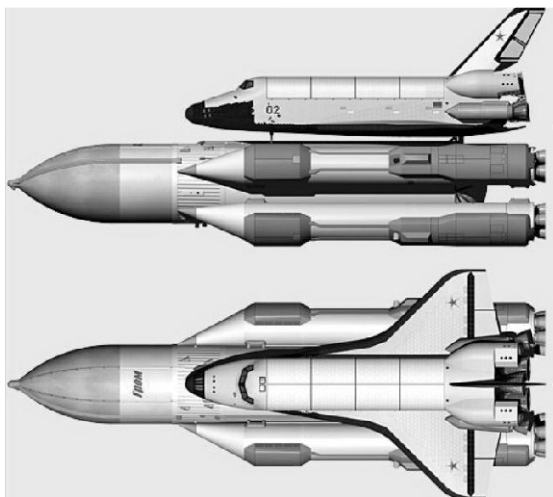
8 декабря 1987 года был подписан договор, по условиям которого стороны согласились уничтожить все РСМД как класс. К июню 1991 года Договор был выполнен: СССР уничтожил 1846 ракетных комплексов; а США — 846.

«Буран» и «Шаттл»

На руководителей СССР разработка «Шаттла» произвела большое впечатление. Посчитали, что американцы разрабатывают орбитальный бомбардировщик вооруженный ракетами «космос-земля». Его огромные размеры и возможность возвращать на Землю груз до 14.5 тонн были истолкованы как угроза позиционирования советских спутников и даже советских военных космических станций типа «Алмаз», которые летали в космосе под названием «Салют». Эти оценки были ошибочными, так как США еще в 1962 году отказались от идеи космического бомбардировщика в связи с успешным развитием атомного подводного флота и баллистических ракет наземного базирования.

В СССР первоначально планировалось создать усовершенствованную копию «Шаттла» — орбитальный самолет (ОС-120), весом в 120 тонн Байконур [30, 31]. Американский челнок весил 110 тонн при полной загрузке. На почти полном его копировании настаивало руководство вооруженных сил. Советская разведка сумела к этому времени добыть много информации по американскому челноку. Но выяснилось, не все так просто. Отечественные водородно-кислородные ЖРД оказались большими по размеру и более тяжелыми, чем американские, а по мощности им уступали. Поэтому вместо трех ЖРД надо было устанавливать четыре, но на орбитальном самолете для четырех маршевых двигателей места просто не было.

У «Шаттла» 83% нагрузки на старте несли два твердотопливных ускорителя. В Советском Союзе таких мощных твердотопливных ракет разработать не удалось. Ракеты подобного типа использовались в качестве баллистических носите-



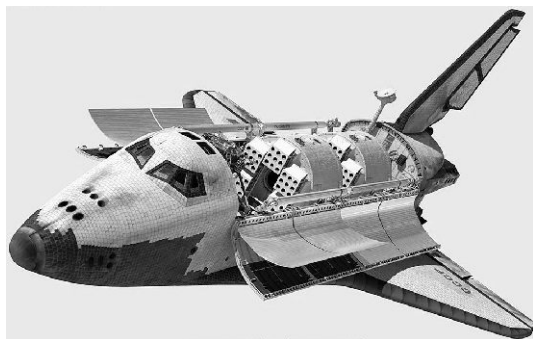
Орбитальный самолет ОС-120

лей ядерных зарядов морского и наземного базирования, но они не достигали до нужной мощности очень и очень много. Поэтому у советских конструкторов была единственная возможность — использовать в качестве ускорителей жидкостные ракеты. По программе «Энергия-Буран» были созданы очень удачные керосино-кислородные РД-170, которые и послужили альтернативой твердотопливным ускорителям.

Само расположение космодрома Байконур вынуждало конструкторов увеличивать мощность ракет-носителей. Известно, что чем ближе стартовая площадка к экватору, тем больший груз одна и та же ракета может вывести на орбиту. У американского космодрома на мысе Канаверал преимущество перед Байконуром составляет 15%! То есть, если ракета, стартующая с Байконура, может поднять 100 тонн, то она же при запуске с мыса Канаверал выведет на орбиту 115 тонн.

Географические условия, отличия в технологии, характеристики созданных двигателей и разный конструкторский подход оказали свое влияние на облик «Бурана». Исходя из реалий, была разработана новая концепция и новый орбитальный корабль ОК-92, весом 92 тонны. Четыре кислородно-водородных двигателя перенесли на центральный топливный бак, и получилась вторая ступень ракеты-носителя «Энергия». Вместо двух твердотопливных ускорителей было решено применить четыре ракеты на жидком топливе «керосин-кислород» с четырехкамерными двигателями РД-170. Сам крылатый корабль «Буран» стал третьей ступенью ракеты-носителя, подобно «Союзам». Разница лишь в том, что «Буран» располагался на боку второй ступени, а «Союзы» — на самой верхушке ракеты-носителя. Таким образом, получилась классическая схема трехступенчатой одноразовой космической системы, с тем лишь отличием, что орбитальный корабль был многоразовым.

Министр обороны Д.Ф. Устинов в ультимативной форме требовал, чтобы система «Энергия-Буран» была максимально пригодной к повторному использованию, поэтому конструкторы вынуждены были заняться этой проблемой. Формально боковые ускорители числились многоразовыми, пригодными для десяти



«Буран»

пусков, но фактически до этого дело не дошло по многим причинам. Взять хотя бы то, что американские ускорители падали в океан, а советские — в казахстанской степи, да и жидкостная ракета — создание более нежное, чем твердотопливная. «Буран» тоже был рассчитан на 10 полетов.

В общем, многоразовой системы не получилось. Однако советский орбитальный корабль, освобожденный от больших маршевых двигателей, получил более мощные двигатели для маневрирования на орбите, что, в случае его использования в качестве космического «истребителя-бомбардировщика», давало большие преимущества. И плюс еще турбореактивные двигатели для полета и посадки в атмосфере. Кроме этого была создана мощная ракета с первой ступенью на керосиновом топливе, а вторая — на водородном. Именно такой ракеты не хватало СССР, чтобы выиграть лунную гонку. «Энергия» по своим характеристикам была практически равноценна американской ракете «Saturn-5».

«Буран» имеет большое внешнее сходство с американским «Шаттлом». Корабль построен по схеме самолета-«бесхвостка» с треугольным крылом переменной стреловидности, имеет аэродинамические органы управления, работающие при посадке после возвращения в плотные слои атмосферы — руль направления и элероны. Он был способен совершать управляемый спуск в атмосфере с боковым маневром до 2000 км. Длина «Бурана» — 36,4 м, размах крыла — около 24 м, высота корабля на шасси — более 16 м. Стартовая масса корабля — более 100 т, из которых 14 т приходится на топливо. Объем кабины — более 70 м³.

При возвращении в плотные слои атмосферы наиболее теплонапряженные участки поверхности корабля раскаляются до 1600 градусов, тепло же, достигающее непосредственно до металлической конструкции корабля, не должно превышать 150 градусов. Поэтому «Буран» отличала мощная тепловая защита, обеспечивающая нормальные температурные условия для конструкции корабля при прохождении плотных слоев атмосферы во время посадки. Теплозащитное покрытие, в отличие от «обмазки Дунаева», изготовлено из более 38 тысяч плиток специальных материалов: кварцевое волокно, высокотемпературные органические волокна, частично материал на основе углерода. Керамическая броня обладает способностью аккумулировать тепло, не пропуская его к корпусу корабля. Общая масса этой брони составила около 9 т.

Всего намечалось построить пять орбитальных кораблей, но экономика СССР уже была не в состоянии финансировать дорогостоящие космические програм-

мы, и после первого и единственного успешного беспилотного полета проект закрыли, а 15 миллиардов рублей оказались потраченными зря. Потом корабль хранился в монтажно-испытательном корпусе на Байконуре, где 12 мая 2002 года обрушилось перекрытие. Сохранился корабль 1.02 — «Буря», который должен был совершить второй полет и стыковаться с орбитальной станцией «Мир». Сейчас это экспонат музея космодрома Байконур [31].

Роскосмос в апреле 2018 года подписал контракт с производителями ракетной техники на проектирование до конца 2019 года новой, модифицированной сверхтяжелой ракеты [32]. Заделы по «Бурану» — теплоизоляция, автоматическая самолетная посадка тоже могут пригодиться.

Заключение

Бомбардировка Хиросимы и Нагасаки радикально изменила отношение советского руководства к ученым и к науке. Финансирование атомного проекта и науки в целом было резко увеличено, несмотря на многие неотложные нужды по восстановлению народного хозяйства после опустошительной войны. Однако такой уровень финансирования продержался сравнительно недолго, и в период «брежневского застоя» начал понемногу сходить на нет. Сказались не только экономические трудности, но и отношение руководства страны к науке, ученым и людям вообще.

Можно задуматься о драматической, подчас трагической, судьбе страны, которая семьдесят лет тратила огромные средства и шла на беспрецедентные жертвы, чтобы превзойти страны НАТО в количестве и качестве вооружений. Сегодня наша страна и ее наука стоят перед аналогичными проблемами. Снова взят курс на милитаризацию, а экономика России хотя и стала рыночной, но в отличие от КНР, у нас не создан благоприятный инвестиционный климат, что отрицательно сказывается на развитии экономики, уровне жизни людей и финансировании науки.

Литература

- [1] Прокофьев Д., *Испания. Репетиция большой войны*, Цена Победы, Эхо Москвы, <https://echo.msk.ru/programs/victory/2278132-echo/>
- [2] Александров П.А., *Академик А.П. Александров*, Прямая речь. М.: Наука, (2001) 248 с., http://elibr.lib.biblioatom.ru/text/aleksandrov_akademik-aleksandrov-pryamaya-rech_2002/
- [3] *А.П. Александров: документы и воспоминания. К 100-летию со дня рождения*, М.: ИздАТ (2003) 456 с., http://elibr.lib.biblioatom.ru/text/aleksandrov-dokumenty-i-vozpominaniya_2003/
- [4] Локтионов И.И., *Волжская флотилия в Великой Отечественной войне*, М.: Воениздат (1974), <http://militera.lib.ru/h/loktionov/index.html>
- [5] Байгильдин Ш., *Тайна подлодки «U-250»*, Газета Республика Татарстан, <http://rt-online.ru/p-rubr-obsh-37244/>
- [6] Болосов А.Н., *МО-103 топит подлодку U-250*, https://flot.com/news/dayinhistory/?ELEMENT_ID=9245
- [7] *Первые отечественные самонаводящиеся торпеды*, Военное обозрение, 21 марта 2016, <https://topwar.ru/92105-semeystvo-saet-pervye-otechestvennye-samonavodyaschiesya-torpedy.html>

- [8] Члиянц Г., *Хроника истории радиолокации*, QRZ.RU, <https://www.qrz.ru/articles/article257.html>
- [9] Кобзарев Ю.Б., *Первые шаги советской радиолокации*, <http://marsiada.ru/357/465/729/2478/>
- [10] Лобанов М.М., *Развитие советской радиолокационной техники*, Воениздат (1982), <http://hist.rloc.ru/index.htm>
- [11] Дьяков Б.Б. *Сборник «Физико-технический институт в годы Великой Отечественной войны»*, Л.: Наука (2006) 248 с.
- [12] Дьяков Б.Б. *Труды Объединенного научного совета по гуманитарным проблемам и историко-культурному наследию 2010* (2011) с. 45–56, <https://elibrary.ru/contents.asp?id=34038574>
- [13] Артемов Е.Т., *Советский атомный проект в системе «командной экономики»*, *Sahiers du monde russe*, 55/3-4 (2014) 267–294, <https://journals.openedition.org/monderusse/8006>
- [14] Артемов Е.Т., *Атомный проект в координатах сталинской экономики* М.: Политическая энциклопедия (2017) 343 с., <http://test8.dlibrary.org/ru/nodes/57>
- [15] Трифонов Д.Н., *К истории Комиссии по проблеме урана*, *Вопр. истории естествознания и техники* (1996) 2, с. 94–99. http://militera.lib.ru/memo/german/speer_a/text.html#03
- [16] Харитон Ю.Б., Смирнов Ю.Н., *Мифы и реальность советского атомного проекта Арзамас-16*: ВНИИЭФ (1994), 72 с., http://militera.lib.ru/research/hariton_smirnov/index.html
- [17] Судоплатов П.А. Глава 7. *Советская разведка и атомная проблема. Спецоперации. Лубянка и Кремль 1930–1950 годы*, М.: Олиа-Пресс (1997), http://militera.lib.ru/memo/russian/sudoplatov_pa/index.html
- [18] Гарин И., *Проблема атомной бомбы в СССР*, Проза.ру, <https://www.proza.ru/2015/12/13/764>
- [19] *Атомный проект СССР: документы и материалы*, под общ. ред. Л.Д. Рябева, т. 1, ч. 1, с. 241–245, 252, 265–266; т. 2, кн. 2, с. 415–427, <http://elib.biblioatom.ru/sections/0201>
- [20] Губарев В., *Звезда Харитона*, *Наука и Жизнь* (2004) 9, <https://www.nkj.ru/archive/articles/1825/>
- [21] *Сталин и бомба*, Издат.: Сибирский хронограф (1997), 293 с.
- [22] Альтшулер Б.Л., *Андрей Сахаров как физик во всех сферах своей деятельности*, Доклад на Четвертой сахаровской конференции по физике, ФИАН, 18–23 мая 2009 г., <https://detectivebooks.ru/book/31738025/?page=1>
- [23] Кербер Л.Л., *А дело шло к войне, Изобретатель и рационализатор* (1988) 4, с. 23–27, <http://militera.lib.ru/memo/russian/kerber/index.html>
- [24] Шпеер А., *Воспоминания*, М.: Захаров (2010), 688 с.
- [25] Новицкий В., *Вернер фон Браун работал на СССР*, Проза.ру, <https://www.proza.ru/2015/11/10/869>
- [26] Дьяков Б.Б., Ю.А. Дунаев и лаборатория физической газодинамики ФТИ, <http://wmw-magazine.ru/uploads/volumes/11/diakov.pdf>
- [27] Медведев С.К., *Неизвестный Байконур*, *Science Journal* (2016), <https://www.youtube.com/watch?v=87Rk9KwBm2s&list=PLydxTMW2LyTKWS-05zYczLP9t8MRMxIsV&index=61>
- [28] *Загадки века с Сергеем Медведевым. Операция Медведь* (2019).
- [29] Гудилин В.Е., Слабкий Л.И., *Ракетно-космические системы, История. Развитие. Перспективы*, М.: Ракетная техника (1996), <http://www.buran.ru/html/gudilin2.htm>
- [30] *Водородная бомба «Слойка»*, https://www.youtube.com/watch?v=WQqt3Zct_jA
- [31] *Soviet and Russian Nuclear Weapons and History*, <http://nuclearweaponarchive.org/Russia/index.html>

- [32] Сванидзе Н.К., *Лаврентий Берия, Исторические хроники*, <https://www.youtube.com/watch?v=JZM47ZzQT7c>
- [33] Леонтьев А.И., *Царь-Бомба, Техногеника*, <https://www.youtube.com/watch?v=GLL-GQ1Q0qs>
- [34] Медведев С.К., *Ядерный козырь Хрущёва*, Doc TV, <https://www.youtube.com/watch?v=H50tmaIWmYw>
- [35] Максимов А.Б., *Олег Пеньковский — «шпион века» или «подстава» КГБ?*, Агентство ПроАтом, <http://www.proatom.ru/modules.php?name=News&file=article&sid=1540>
- [36] *Дворцовый переворот — 1964*. Документальное кино Леонида Млечина, https://www.youtube.com/watch?v=wc_LccxlEgM&t=11s
- [37] Шамсутдинов С., Маринин И., *Полеты, которых не было, Авиация и космонавтика* (1993) № 3–5, <http://epizodyspace.ru/bibl/stati/pol-kot.html>
- [38] Млечин Л., *Нужно честно сказать — мы проиграли*, *Новая газета*, № 119 от 26 октября 2018, <https://www.novayagazeta.ru/articles/2018/10/24/78330-nuzhno-chestno-skazat-my-proigrali>
- [39] *Советская копия Шаттла с орбитальным самолетом ОС-120*, *Энциклопедия крылатого космоса*, <http://www.buran.ru/htm/homepage.htm>
- [40] Иванов А., *«Буран» и «Шаттл»: такие разные близнецы*, *Военное обозрение. Космос*, 30 декабря 2013, <https://topwar.ru/37901-buran-i-shatll-takie-raznye-bliznecy.html>
- [41] Зак А., *Новый российский проект может возродить гигантскую ракету советской эпохи*. *Россия сегодня*, <https://inosmi.ru/science/20180727/242840118.html>

Минус 50

Л.П. Мясникова

Минус 50 — это не градусов, и, ясно, что не 50 лет спустя. Это просто 50 лет назад.

Так уж получилось, что мне довелось принимать участие в праздновании 50-летнего физтеховского юбилея, а вот теперь прикатился столетний. Невольно обращаешься взглядом в прошлое, может быть, потому, что хочется сравнить — как было тогда, и что будет сейчас, а может быть, хочется поностальгировать по тому времени, когда я была совсем молоденькой девчонкой, с восторгом воспринимающей все происходящее вокруг. Честно говоря, сравнивать мне не очень хочется: другое время, другая система, другие подходы, другие ценности. Просто расскажу, что было 50 лет назад.

50 лет!!! Это конечно была ДАТА! И к ней готовились изо всех сил. «По-наехали» со всех уголков страны бывшие физтеховцы, академики и член-корры, прислали своих гонцов все, как теперь говорят, «значимые» институты и, конечно же, представители отпочковавшихся от Физтеха других Физтехов — Харьковского, Уральского, Томского и др.

Сначала было Торжественное заседание в Таврическом дворце. Пафосное, со всеми атрибутами, присущими такому событию. На всех сотрудников билетов, естественно, не хватило, но заметный процент, даже рядовых, просочился. Зато потом был уже «нашенский» Ученый совет в институте, который вел наш очень демократичный директор Владимир Максимович Тучкевич, к которому запросто можно было зайти в кабинет и услышать неформальное: «Приветик! Как дела? Какие проблемы?». Владимир Максимович сделал небольшой доклад о достижениях института и поторопился передать слово жаждущим выступить гостям, чьи выступления превратились в состязание в юморе и умении представить любую сложную идею в ироничной смешной форме. Всего я сейчас не упомяну, но до сих пор перед глазами стоит картинка, изображающая кусок швейцарского сыра с воткнутыми в него с двух сторон вилками, для объяснения дырочной проводимости.

Главное «разгуляево» состоялось потом в огромном ресторане «Восток», куда были приглашены все партийные ленинградские бонзы во главе с секретарем обкома тов. Романовым. Я туда попала потому, что участвовала в институтском самодеятельном представлении в честь 50-летия. Тогда и в голову никому не приходило ангажировать на институтское мероприятие певцов, артистов и вообще каких-то людей, не имеющих отношения к институту. Идеи фонтанировали из нас самих, и самое трудное было отобрать самые впечатляющие. Непременным номером был спектакль кукольного театра. Изготовителем кукол, автором и исполнителем был Володя Тучкевич — талантливый физик, рисовальщик, шаржист, который благодаря папе, прекрасно ориентировался в многочисленных физтеховских научных направлениях, и, будучи очень общительным человеком, был знаком с половиной Физтеха. Не могу точно сказать, каких кукол он пока-

зывает тот раз. Ему очень удавались Захарченя, Грехов, Алфёров и другие, всех уж не упомню. К тому же мы сами за ширмой переодевались и готовились к выступлению, так что самого выступления Володи я практически не видела. Я была участницей выхода на подиум физтеховских моделей, изображая аспирантку третьего года обучения — в мини-юбке и браслетах, с модной тогда стрижкой fish hook, с покачивающейся походкой, стреляющую по всем сторонам глазками. Не помню, кто изображал аспирантку первого года обучения, но та являла собой образ недавней школьницы — эдакая скромняга с косичками, глаза долу, никакого макияжа. За ней на подиум выходила аспирантка второго года обучения, с шестимесячной завивкой, приветливо всем улыбающаяся, уверенная (не самоуверенная). В общем, это было довольно смешно и имело успех. Были еще и другие выступления, но мы, переодеваясь за ширмой, слышали только, как пел наш физтеховский хор *Gaudeamus Igitur*.

Самое интересное началось потом — выступления наших именитых гостей. Не говорю уж о трех академиках, вышедших на сцену, чтобы спеть хором: «Ручки зябнут, ножки зябнут, не пора ли нам дерябнуть», что несколько шокировало представителей партии, сидевших в центре стола. Но это было еще куда ни шло! Внезапно из-за стола выскочил академик Зельдович, вышел на середину свободного пространства и заорал: «Сука!!!» Зал замер. Насладившись произведенным эффектом и выдержав паузу, Яков Борисович продолжил: «Хорошо откормленная оценившаяся сука — такой мне представляется Физтех 1968 года! Так выпьем же за эту суку и за нас, сукиных детей!» (имелись в виду отпочковавшиеся от Физтеха Уральский, Томский и Харьковский Физико-технические институты Академии наук).

Тов. Романов уже находился в предынфарктном состоянии. Он ожидал прославления советской физики, благодарностей партии и правительству за поддержку. . . А тут такое! Масла в огонь подлил академик Александров. Начало его выступления казалось вполне серьезным и выдержанным. Он вполне серьезно поблагодарил Владимира Максимовича Тучкевича за утренний обстоятельный доклад на Ученом совете, в котором Тучкевич описал все научные направления института, но посетовал, что В.М. несколько затянул доклад, и пришлось послать ему записку с просьбой излагать свои мысли более компактно. «То есть я написал ему — сказал Анатолий Петрович — сука, ты скоро кончишь?!» Кажется, *Partei Genossen* на этом покинул зал. . . Анатолий Петрович стал петь песенку собственного сочинения, от которой у меня в памяти остался только несколько раз повторявшийся рефрен: «Рюмочки, бубенчики звенят, звенят / О том, что жизнь мы прожили, говорят они, говорят». Такое тогда у него было настроение. А ведь АП тогда было всего 60 лет, и впереди была бурная жизнь, насыщенная и взлетами, и падениями. Впереди было избрание президентом Академии наук, успехи возглавляемой им советской науки и страшная чернобыльская катастрофа с ядерным реактором РБМК-1000, к созданию которого был причастен Александров, считавший его абсолютно безопасным в эксплуатации. На голову президента Академии наук посыпались неоправданные обвинения, которые не лучшим образом сказались на его здоровье.

Я потом много раз возвращалась мыслями к этому рефрену Александрова и говорила себе, что никогда не надо думать, что все идет к концу. Надо жить так, как будто будешь жить вечно. И будь, что будет. . .

Анатолия Петровича я видела тогда в первый раз. Надо сказать, что я была в него заочно влюблена. Где-то мне попала его фотография в молодом возрасте, наверное, в каком-нибудь научном журнале или в лабораторном архиве. Александров до войны работал в Физтехе в области полимеров (вместе с П.П. Кобеко и Ю.С. Лазуркиным им впервые была сформулирована релаксационная теория высокоэластической деформации). Меня поразил его взгляд, взгляд, который пронизывал тебя насквозь и шел к истокам Вселенной.

Я часто влюблялась в неодушевленные предметы. Например, в статую адмирала Крузенштерна на набережной перед Горным институтом, или в статую Лобачевского перед Казанским Университетом. Пока была в Казани на конференции, каждый день прибегала на него полюбоваться. Я даже термин для себя придумала — «влюблена посмертно». Это было очень удобно — никаких обязательств с моей стороны и никаких претензий с другой. Но тут за фотографией был живой человек, и я боялась его увидеть, чтобы не разочароваться. Естественно в А.П. ничего не осталось от того юношеского портрета, от которого я не могла оторвать глаз. Но это был человечец! Глыба! Грузный, чуть подволакивающий ногу мужчина. Его ступней управляло специальное приспособление с пружиной, так как у него было простреленное сухожилие — следствие случайного выстрела из заряженного охотничьего ружья, на которое он нечаянно наступил, садясь в лодку на Волге, где он отдыхал вместе с семьей Вадима Робертовича Регеля. Надо сказать, что моя мама с юности дружила с Еленой Дмитриевной Регель, женой Вадима Робертовича, а Регели были очень близки с семьей Александрова. Обрывки историй, о которых говорили «взрослые», доносились и до меня.

Вокруг Александрова создавалась удивительная атмосфера доброжелательности, мягкого юмора, желания подначить. Мне потом случайно довелось встретиться с ним на выставке иностранного оборудования в Москве, куда он мне помог пройти и потащил за собой, и я поразились его пронизательности и умению задавать вопросы даже в очень далекой от него области, которые затрагивали самую суть проблемы.

Но раз уж я стала рассказывать о стиле поведения выдающихся физиков на праздновании 50-летия Физтеха, не могу не остановиться на характерной атмосфере физтеховской жизни, прекрасно «монтирующейся» с эти стилем. Для меня Физтех всегда представлялся оазисом демократии. Никакого жесткого табеля о рангах не существовало, практически все были друг с другом на «ты». Когда я, будучи студенткой третьего курса ЛПИ, пришла в лабораторию С.Н. Журкова, меня встретил солидный Александр Ильич Слуцкер и немножко менее солидный Вячеслав Александрович Марихин. Протянув мне руку, чтобы представиться, Слуцкер сказал: «Сегодня — Александр Ильич (показывая на себя), Вячеслав Александрович (показывая на Марихина), завтра — Саня, Слава!» Это сразу создало ощущение какого-то общего дела, в которое все должны были вносить свой посильный вклад.

На еженедельных семинарах в лаборатории споры принимали иногда ожесточенный характер: «Только такой дурак как ты, Коля, может предположить такую ересь» — говорил один доктор наук другому в присутствии всех нас — «нижних чинов» (а «Коля» читал нам в институте лекции), но это никого не смущало и не приводило к ссорам. Напротив, показывало, что каждый имеет

право на ошибку, ничто не является истиной в последней инстанции и стимулировало к критической оценке всего услышанного и прочтенного.

Как это было далеко от порядка в медицинских учреждениях, о чем я знала со слов своей сестры-хирурга и ее мужа-реаниматолога, для которых профессор был царь и бог, и на утренних обходах все смотрели ему в рот, не смея высказать противоположное мнение. Много позднее, работая в Германии, я столкнулась с таким же чинопочитанием. Herr Diplomingenieur... — без этой приставки нельзя было обратиться к коллеге. Зато в Ford Research Laboratories, в США, где мне тоже довелось поработать, все напоминало мне Физтех — свободное общение, научное братство и даже Доска почета и «Наши обязательства Форду». Меня так и подмывало подрисовать «социалистические».

Говорить друг другу комплименты считалось в Физтехе дурным тоном. Мы всячески старались подшучивать и подтрунивать друг над другом. Царствовали ирония и самоирония. Когда Слава Марихин защитил кандидатскую диссертацию и позвал на организованное по этому поводу застолье свою маму, он чуть ее этим не убил, потому что среди разнообразных шуточных выступлений было сказано, что ничего особенного диссертант не открыл, только навел тень на плетень, а суть работы могла бы уместиться в восьми строках в журнале «Заводская лаборатория». Она ждала совсем другого — восторгов и высокой оценки труда своего сына. Слава потом ее успокоил и объяснил, что к чему. Ведь на самом деле все прекрасно знали, кто есть кто «по гамбургскому счету».

Процветали в Физтехе и шуточки, причем не всегда безобидные. Завзятым шутиком был Борис Яковлевич Левин, который мог занести в комнату тряпочку, смоченную трикрезолом, и спрятать за батареей парового отопления. От запаха трикрезола никто и в комнату войти не решался, не то что искать источник, а Борис Яковлевич довольно потирал руки. Другой раз он проделал иголкой дырку в толстеном форвакуумном шланге, а потом потешался над растерянностью Савицкого, который никак не мог найти течь.

Раздольем для шуток был день 1 апреля. Куда только не посылали сотрудников: тебе звонили из отдела кадров, просили зайти; сегодня столовая будет закрыта, можешь туда и не ходить; звонили из поликлиники — у тебя плохой анализ крови, надо сдать повторно... Сегодня все стали то ли ленивые, то ли серьезные... Никто тебя никуда не пошлет, никто не даст телеграмму в Оргкомитет конференции, не приславший автобус за приехавшими в другой город участниками: «Глубокоуважаемый председатель Оргкомитета! Твою мать не встречали»...

Но пожалуй самыми кульминационными моментами в физтеховской жизни были институтские праздники по разным поводам — юбилеям, красным дням календаря и прочим событиям местного масштаба. Я уже упоминала кукольный театр Володи Тучкевича. Частушки сочинялись практически к каждому празднику. Помнится последняя, уже предперестроечная, к юбилею Владимира Максимова Тучкевича:

Нет энергии в Союзе, и кончается бензин,
Вы ж энергию берете от бесценной бабы Зин¹...

¹ Имелась в виду Зинаида Михайловна Тучкевич, которая действительно была удивительно энергичной женщиной, прекрасной жизненной опорой для В.М.

Неизменным успехом пользовались английские мюзиклы, которые ставила непревзойденная учительница английского языка, Евгения Львовна Власова, через чьи руки прошли почти все сотрудники Физтеха, включая Жореса Ивановича Алфёрова. Последний урок Жоресу Ивановичу она дала в мае 2015, а в августе того же года скончалась в возрасте 90 лет. Восхитительные тексты для этих мюзиклов писала Алиса Владимировна, кандидат физ.-мат. наук, работавшая в лаборатории Степанова и закончившая параллельно вечерний институт иностранных языков. Мы с восторгом распевали сочиненные ею песенки.

Тексты эти у меня, увы, не сохранились. Помню только кусочек из Золушки (Cinderella):

... ла-ла-ла, ла-ла-ла
The clock will strike midnight
It means, o, Cinderella
It's time to take a flight.

Евгения Львовна учила нас правильно петь по-английски — тянуть не гласные, как в русских песнях, а согласные. При этом песня приобретала совершенно иное звучание. Мы были очень увлечены и репетициями, и выступлениями в Актовом зале Физтеха перед лицом наших сотрудников, старались изо всех сил. «Как много в вас, девочки, невостребованных чувств» — говаривала Евгения Львовна.

Курьезная история происходила с постановкой Винни-Пуха. Стоило только поставить этот мюзикл, как в скором времени сотрудник, игравший Винни-Пуха, эмигрировал в Израиль или в Штаты. Так уехал классный теоретик Шур и кто-то еще. Евгения Львовна с той поры больше Винни-Пуха не ставила, боясь утечки мозгов.

Алиса отличалась не только на физтеховском поприще. Как-то ее муж, Володя Владимиров, теоретик-прочист, уезжая на конференцию в Америку, попросил Алису сочинить ему какой-нибудь изысканный тост на английском языке, который он мог бы произнести на Conference dinner. Алиса, не долго думая, сочинила прекрасное стихотворение на физическую тему, которое имело большой успех. Алиса обучала детей сотрудников английскому языку. Она обожала этих «маленьких ангелов», и они платили ей тем же. Володя Владимиров, разделяя ее любовь к детям, безропотно отдавал свою квартиру на пару часов этой трогательной толпе малышей, которые постепенно подрастали, и на смену им приходили другие. Попасть на обучение к Алисе было непросто. Будущие родители занимали очередь к ней в группу еще до рождения детей. Так и я, узнав, что в семье моего сына Мити намечается прибавление, побежала предупредить об этом Алечку (Алису) и «забить» очередь. И действительно, моя внучка Женечка (получившая, как и все другие дети в группе имя на английский манер — Jane) успешно отзанималась с ней два года, но потом по семейным обстоятельствам вынуждена была сменить место жительства и учительницу. Когда я спросила про новую учительницу, Женечка ответила: «Таких, как Элис, не бывает...».

Надо сказать, что по идее, подсказанной тогда директору Физтеха, Борису Павловичу Константинову, заведующим иностранным отделом Федоренко и секретарем отдела Гулей Березиным², в институте активизировалось обучение ан-

²А.Б. Березиным



Слева направо: А. Березин, О. Ливеровская, И. Сулова, Л. Мясникова, М. Корсукова. В актовом зале ФТИ, 1984 г., празднование юбилея В.М. Тучкевича

грийскому языку. Б.П. с их подачи объявил, что перевод разговоров между физтеховцами и иностранными коллегами нельзя доверять девочкам-филологам, не понимающим в физике, а надо подготовить своих переводчиков. Для этого из каждого отделения были выделены сотрудники, которые должны были бесплатно три раза в неделю, в рабочее время, заниматься с Евгенией Львовной либо синхронным переводом (в эту группу попали те, кто мог держать в уме длиннющие фразы), либо разговорным языком (куда попали я, Оля Ливеровская, Алиса Владимировна и еще несколько человек). За такой «кайф» мы должны были по первому зову бежать и переводить иностранным посетителям все разговоры с нашими сотрудниками, встречать их, развлекать и пр.

Не обходилось и без неловких ситуаций. Помнится, приехал как-то в Физтех известный матфизик R. Currant, написавший вместе с D. Gilbert один из самых хороших учебников по матфизике, переведенных на русский язык и изданных в СССР еще до войны. «Как, Вы еще живы?!» — воскликнул кто-то из наших сотрудников при встрече с ним. (Такая же история, почти слово в слово, повторилась несколько лет тому назад в Твери, куда я приехала на Каргинские чтения. Студенты Тверского университета занимались по нашей с Марихиным книге «Надмолекулярная структура полимеров», изданной в 1973 году в довольно плохом переплете, производившем почти антикварное впечатление. Возгласом «Как, Вы еще живы?!» встретили и меня). Но с Currant был связан еще один неприятный момент. Наш весьма уважаемый профессор Н.Н. Лебедев, работавший в лаборатории Гринберга, получил «от органов» разрешение пригласить Currant'a к себе домой. Мы с Олей Ливеровской должны были его к Лебедеву привести. Дверь распахнул сам профессор и склонился перед нами в презрительном полупоклоне, разрешая пройти вместе с Currant'ом, пребывая в полной

уверенности, что мы присланы присутствовать на ужине и донести потом «куда следует». Это было сделано так красочно и убедительно, что не могло быть двух мнений, за кого он нас принял. Мы, естественно, отказались войти, сказав, что нам было только поручено довести гостя до профессора, и мгновенно ретировались. Но осадок остался, и до сих пор живет в моей памяти.

Другой случай был смешнее. Мне поручили поехать в Москву за профессором Каушем (Prof. Kausch, Losanne University, Switzerland), одним из крупных ученых в нашей области и привезти его в Физтех. Получив в последнюю минуту два билета в Академии наук, я только молила Бога, чтобы они не оказались в спальном вагоне. Слава богу, они были в 4-х местном купе. Кауш залез на верхнюю полку, потом его рука сверху протянула мне 250-граммовую бутылочку красного сухого вина со словами: «Чтоб Вам лучше спалось!» Потом он всем рассказывал, что только одна девушка на свете помчалась встречать его за 600 км, не понимая, что это была не моя прихоть.

Я сделала слишком длинное отступление от наших физтеховских самодеятельных вечеров. Вспомню танец дефектов, который мы танцевали под музыку «Сильвы», наигрываемую на скрипке Гулей Березиным.

Без нас, дефектов, жизни вовсе нет,
Без нас, дефектов, скучен белый свет!
Лишь незначительный дефект —
но, Боже мой, какой эффект!

Без нас, дефектов, жить совсем нельзя,
Спляшем мы для вас канкан, друзья. . .

и т.д. А потом каждая из нас представляла дефект на мотив «Чижика-пыжика»:

Я — дислокация, я — дисклинация,
А я разорванная связь,
А я — гигантская, ах, флуктуация,
Каких не знали отродясь.

При последних словах Маша Корсукова (гигантская флуктуация) с выстрелом открывала огромный зонтик. А я в юбочке из разорванных связей, Оля Ливеровская в платье, испещренном знаками дислокаций, и одна сотрудница из отдела матфизики, изображающая дисклинацию, с упоением танцевали.

В заключение, хочу повторить — Физтех действительно был оазисом демократии. Может быть, все ерничество, шуточки, юмор, ирония и самоирония, неформальные спектакли, неформальные отношения, неформальные торжества и выступления были способом защиты от «правильного мышления и поведения», диктуемого сверху. В родных стенах мы могли «оттянуться по полной». И еще спорт, альпинизм, бардовская песня. . . В «худое советское время» мы были очень даже свободны!

Женщины-физики в России

И.П. Ипатова

Я благодарна судьбе за то, что моя жизнь оказалась тесно связанной с Физико-техническим институтом им. А.Ф. Иоффе, где я работаю вот уже более сорока лет. Начало моей карьеры было весьма успешным, ведь у меня был превосходный учитель. Он практически потерял зрение, но это лишь способствовало более прочному сотрудничеству с учениками: какими бы научными проблемами мы ни занимались — мы делали это вместе. Я искренне восхищалась его эрудицией, его умением ставить интересные задачи и находить их математическое решение, анализировать полученные результаты и писать статьи, и, наконец, его блестящими выступлениями на конференциях. Я неизменно чувствовала его поддержку до тех самых пор, пока он не убедился в том, что я смогу работать самостоятельно.

Этот человек принадлежал к тому поколению ученых, которых называют романтиками — физику он любил самозабвенно. У него училось множество студентов, и среди них, между прочим, были две женщины, которые впоследствии стали самостоятельно заниматься научными исследованиями и делать хорошие научные работы. Звали моего учителя Лев Эммануилович Гуревич, он имел непосредственное отношение к известной в России школе теоретической физики, созданной Л.Д. Ландау. Достаточно упомянуть два явления, которые изучал Л.Э. Гуревич, чтобы понять, почему его имя останется в веках — это эффект увлечения электронов фононами в твердых телах и отрицательное давление в звездах.

Благодаря тому, что я была аспиранткой Л.Э. Гуревича, мои первые научные работы имели признание, так как были защищены его именем и авторитетом. Однако обычно научные результаты, полученные женщинами, оцениваются довольно низко. К сожалению, это весьма распространенное явление, когда профессиональные заслуги женщин-ученых недооцениваются и преуменьшаются. Подобная ситуация является серьезной причиной того, что занятие физикой в наши дни не престижно для женщины, и многие талантливые и честолюбивые женщины оставляют попытки сделать карьеру в этой области науки.

Доклад И.П. Ипатовой (перевод с английского) на Первой Международной конференции «Женщины в физике», организованной Международным Союзом Фундаментальной и Прикладной Физики (the International Union of Pure and Applied Physics — IUPA).

Публикуется по: Из истории отечественной физики (Женщины-ученые в Физтехе). Под общ. ред. А.П. Шергина, Г.С. Куликова; ред.-сост. Р.Ф. Витман, Е.В. Куницына. СПб., Изд-во Политехнического университета, 2008, с. 181–185. На конференции профессор И.П. Ипатова представляла Россию, Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе и общественную организацию «Санкт-Петербургский союз женщин в науке».

Непризнание успехов женщин-физиков

Сегодня широко известна история немецкого ученого Лизы Мейтнер, внесшей огромный вклад в развитие ядерной физики. О ней написаны книги, журнал «Physics Today» посвятил много страниц изложению ее биографии и научных свершений. Тем не менее, урок, преподанный этой судьбой, до сих пор не усвоен.

Я почти уверена, что вам ничего не известно о Нине Александровне Горюновой, много лет проработавшей в Физико-техническом институте им. А.Ф. Иоффе. А ведь она — создатель многокомпонентных полупроводниковых твердых растворов $A_{(1-x)}B_xC$ и $A_{(1-x)}B_xC_{(1-y)}D_y$. Тех самых материалов, на основе которых впоследствии были сделаны гетероструктуры — изобретение, удостоенное в 2000 г. Нобелевской премии. Но ее имя крайне редко упоминается учеными мужами во время выступлений, если они вообще об этом вспоминают. Даже в нашем институте, где она долгое время работала.

Другой пример — это моя коллега О.М. Сресели, более десяти лет тому назад поставившая прекрасный эксперимент по измерению спектров поверхностных поляритонов. Однако ее инициатива написать и защитить на основе полученных результатов докторскую диссертацию не была в тот момент одобрена ее начальником. В итоге О.М. Сресели все-таки получила ученую степень доктора физико-математических наук, но, к сожалению, десятью годами позже.

Недавно я спросила у одного заведующего лабораторией нашего института, чем занимаются две его аспирантки. Он ответил, что одна из них работает в лаборатории за компьютером, а другая проводит физические измерения. Я заинтересовалась по поводу последней, выдвигает ли она какие-нибудь интересные научные идеи и есть ли у нее возможность изучать физику проводимых экспериментов. На что получила такой ответ: «Да от нее этого не требуется». Подобное отношение может погубить карьеру молодого ученого.

Как можно противостоять этому недоверию и невниманию? Я обнаружила интересную книгу, написанную американскими женщинами-физиками из Лос-Аламоса Рут Хауэрс и Каролиной Хезенберг. Она называется «Их день под солнцем: женщины Манхэттенского проекта» («Their Day in the Sun: Women of the Manhattan Project»). В более ранних и широко известных во всем мире мемуарах говорилось о той нелегкой миссии, которую несли матери и жены участников этого проекта, но ни слова не было сказано о тех женщинах-физиках, которые принимали непосредственное участие в разработках. Теперь, благодаря этой книге, мы узнали о них. Сам факт появления такой книги должен бы заставить вдумчивого читателя осознать, что до сих пор мировое физическое сообщество не признавало заслуг женщин, трудившихся над Манхэттенским проектом.

Как улучшить психологическую атмосферу, в которой работают женщины-физики

Для того чтобы женщины успешно работали в такой области науки, как физика, очень важно создать вокруг них атмосферу спокойствия и уважения. Психология женщины отличается от мужской. Многие из нас не так самоуверенны, как мужчины. Причиной этого являются традиции воспитания девочек в семье.

Я никогда не встречала среди мужчин таких руководителей, которые бы обращали внимание на то, что женщинам в их группе может не хватать уверенности в себе. Мужчины говорят: «Зачем создавать проблемы? Я слишком занят, чтобы думать об этом». Такое же поведение ожидается и от женщин-ученых, что часто приводит к конфликтам. Именно по этой причине очень важно вовлекать мужчин в наши дискуссии о том, как улучшить психологическую обстановку для женщин, занимающихся физикой.

К тому же предполагается, что опытный руководитель должен стараться получить максимальную творческую отдачу от каждого члена команды. А женщины все-таки считаются интеллектуальным резервом XXI века.

Довольно часто женщины сами создают себе препятствия в профессиональном росте. «Стеклянный потолок» — явление природы, а с явлениями природы не борются, с ними живут и считают доказанными.

Возможно, существуют и внутренние причины, мешающие женщинам преуспевать в науке. У нас есть проблемы при работе в коллективе: мы не поддерживаем друг друга. Статистика показывает, что во время выборов женщины голосуют против женщин-кандидатов.

Поскольку взаимная помощь и поддержка являются необходимыми элементами для достижения успеха в работе, было бы полезно проводить специальные тренинги. Мы сами должны еще многому научиться. Нам следует относиться к себе требовательно и работать над теми проблемами, которые мы находим.

Одаренные девочки

В России существуют специализированные школы, в которых учатся дети, имеющие способности к точным наукам. Чтобы поступить в такое учебное заведение, школьники должны сдавать специальные экзамены. Однако при поступлении требования к девочкам ниже, чем к мальчикам. Девочек в основном принимают в такие школы, чтобы создать психологическое равновесие в классе. В результате, 80% своего внимания учитель уделяет мальчикам, которые более честолюбивы и готовы включиться в различного рода соревновательные процессы. Обычно считается, что у мальчиков более высокий интеллектуальный уровень. Фактически, девочки воспринимаются учителем как обуза. Поэтому учительский персонал также следует привлекать к нашему обсуждению того, как улучшать психологическую атмосферу, в которой работают женщины-физики. Необходимо убеждать преподавателей более активно работать с девочками.

Я думаю, что чужой положительный пример может помочь девочкам войти в мир физики. По крайней мере, в моей жизни важную роль сыграла моя профессор математики из Санкт-Петербургского государственного университета О.А. Ладыженская. Я всегда восхищалась ею на научных семинарах, где она демонстрировала глубокое знание материала, задавала вопросы докладчику, высказывала свое мнение по данной теме. На ее примере я увидела, что можно достичь высокого профессионального уровня, если ты чувствуешь себя в профессии комфортно и уверенно. Для меня она всегда была образцом, к которому следует стремиться.

С другой стороны, я знаю, что никто не должен нам помогать. У каждого человека есть свои интересы и способности. И каждый должен пробовать, со-

вершать ошибки и никогда не сдаваться. Если вы нашли свое призвание, вы поймете, что профессиональные знания усиливают важные аспекты личности. Они делают вас сильными и защищенными.

Совмещение семьи и карьеры

Я глубоко убеждена, что женщина может иметь семью и при этом активно заниматься наукой. Женщине предназначено быть матерью в той же степени, в какой мужчине предназначено быть отцом. Детям нужны как образованные папы, так и образованные мамы. И если женщина не принимает активного участия в исследовательской работе, то это не потому, что она менее способна. Женщина, имеющая семью, должна быть предельно организованной. Но это редкое качество. В сутках 24 часа и это бездна времени, но проблема в том, как его организовать.

Национальной особенностью российского общества можно считать институт «бабушек». Это означает, что бабушки и дедушки принимают активное участие в воспитании внуков и являются нашими надежными помощниками. У этого явления есть еще одна сторона: когда родители стареют, мы заботимся о них и не воспринимаем как обузу.

Позитивные шаги

Гендерное равенство в науке — это реальная проблема, над которой следует работать. Два года тому назад был организован «Санкт-Петербургский союз женщин в науке». В него входят женщины физики и инженеры. Для того чтобы выяснить, каково на сегодняшний день состояние проблемы «гендерного равенства», в Санкт-Петербурге при поддержке Российской академии наук была проведена конференция, на которой выступали ведущие специалисты в таких областях, как гендерные отношения, биология, психология и социология женщины. Доклады представляли и женщины, и мужчины. Таким образом, конференция оказалась междисциплинарным исследованием гендерных проблем. Содержание моего настоящего доклада есть обобщение того, что обсуждалось на той конференции.

Проведение подобных конференций, лекции известных женщин, освещение того вклада, который внесли женщины в различные отрасли физики, самосовершенствование женщин и взаимопомощь — вот те позитивные шаги, которые направлены на создание благоприятных условий для существования женщин в науке.

Из истории ФТИ

Б.Б. Дьяков и Г.С. Куликов

Достаточно часто можно встретить утверждение, что в академической науке работает непропорционально малое число женщин, особенно, на ведущих ролях и на постах руководителей. Интересно было бы выяснить правильность этого утверждения на примере ведущих научных центров с богатым историческим прошлым. В области физики история ФТИ им. А.Ф. Иоффе РАН предоставляет обширный материал для иллюстрации такой проблемы.

Отметим, что история ФТИ связана с историей страны и, в частности, Академии наук в послереволюционное время. Исторические события февраля и октября 1917 года утвердили новые основы решения проблем развития науки и роли в ней женщин-ученых и женщин-руководителей. Естественно, в первые десятилетия основными действующими лицами в новом научном учреждении были ученые дореволюционной школы, причем, как в количественном, так и в качественном отношении этим заданы и «граничные условия» проблемы, рассматриваемой в настоящем сборнике.

Это проблема нескольких поколений, более того, она связана не только с научными исследованиями и работой как таковой, но и с вопросами физического образования и трудоустройства на фоне «равных возможностей», существование которых, впрочем, еще нуждается в доказательстве. Возможно, если тезис о «равных возможностях» опровергается, то уже этим объясняется укоренившееся мнение о подчиненности женщин в науке и научном учреждении. А ведь можно найти поразительный даже для нашего времени пример руководящей научной и научно-организаторской деятельности женщины-ученого тогда, когда в Европе не было ни одного университета! Хильдегарда фон Бинген (1098–1179), Хильдегарда Бингенская — философ, теолог, композитор, первая женщина — ученый-естествоиспытатель Германии. Хильдегарда основала бенедиктинский монастырь, в котором жила, работала и написала большую часть своих произведений. Среди ее сочинений есть энциклопедический труд «Physica», содержащий фундаментальные сведения о природе и медицине.

Историками науки отрицание вклада женщин в науку, умаление значимости их работы и приписывание трудов женщин ученым мужского пола именуется «эффектом Матильды» по имени Матильды Джослин Гейдж (1826–1898), описавшей данное общественное явление в эссе «Женщина как изобретатель». Здесь мы ограничимся двумя характерными примерами. Первый из них — открытие причины возникновения пола (в зависимости от сочетания XX- и XY-хромосом), впервые описанное в 1905 г. американской исследовательницей Нетти Стивенс и «перехваченное» биологом Э.Б. Вильсоном (редактором жур-

Публикуется с дополнениями авторов по: Из истории отечественной физики (Женщины-ученые в Физтехе). Под общей ред. А.П. Шергина, Г.С. Куликова; ред.-сост. Р.Ф. Витман, Е.В. Куницына. СПб, Изд-во Политехн. ун-та, 2008. С. 11–16.

нала, в который была послана ее статья), а затем еще более авторитетным Т.Х. Морганом (откуда родился отечественный термин «морганист»). Второй пример — открытие немецким химиком Идой Ноддак-Такке деления атомного ядра в 1934 году, за пять лет до знаменитой публикации О. Гана и И. Штрассмана. Подробное описание событий содержится, например, в источниках [1] и [2], соответственно, а также последний случай упоминается Ю.Б. Харитонов в [3]. Для усиления интриги добавим, что это было сделано Идой Ноддак-Такке на Менделеевском конгрессе в Ленинграде [4], конечно, без употребления термина «деление», который был предложен О. Фришем несколько лет спустя по аналогии (весьма спорной) с биологическим термином.

Судя по фактам, приведенным в ссылках [1–4], эти эпизоды в истории науки к тому же «украшают» едкие высказывания ученых-современников по поводу коллег противоположного пола, которые, по нашему мнению, выводят поведение их авторов за рамки приличия.

На чьей стороне (если есть альтернативное мнение) оказываются факты из истории Физтеха?

Прежде всего, интересно с этой точки зрения посмотреть на две широко известные фотографии: семинар Я.И. Френкеля по теоретической физике (1929 год) и группа полупроводников Физтеха (1945 год)¹. На них вместе с будущими знаменитостями одна и семь женщин, соответственно. О каждой из них можно было бы написать не одну статью, а может быть и книгу, что, к сожалению, лишь частично было выполнено в работе В.Я. Френкеля и Н.Я. Московченко «Женщины-физики» (Тбилиси: Сабото Сакартвело, 1988).

Не менее интересен приводимый ниже список широко известных публикаций, выполненных крупнейшими учеными Физтеха в соавторстве с коллегами-женщинами. Значение этих публикаций, как неоднократно подчеркивалось, выше просто хороших работ — они сохранили свою значимость на много лет вперед и часто упоминаются в истории физики:

- Абрам Федорович Иоффе, Мария Афанасьевна Левитская, Мелитина Владимировна Кирпичева, «Деформации и прочность кристаллов», опубликованная в журнале Российского физико-химического общества (часть физическая) т. 56 (1924) и заложившая основы физики прочности кристаллов;
- Абрам Федорович Иоффе, Анна Васильевна Иоффе (1936) по фотоэлектрическим явлениям;
- Яков Ильич Френкель, Татьяна Абрамовна Конторова (1938) по физике дислокаций, многократно цитируемая работа, получившая новую жизнь в связи с возникновением теории солитонов;
- Юрий Борисович Харитон, Зинаида Францевна Вальта, «Окисление паров фосфора при малых давлениях» в ЖРФХО, т. 58 (1926), где исследовалось свечение при окислении паров фосфора кислородом, и было открыто существование нижнего предела воспламенения по давлению кислорода, что стало основой для создания теории разветвленно-цепных реакций Николаем Николаевичем Семеновым, впоследствии получившим Нобелевскую премию по химии 1956 года.

¹ Фотографии приведены в Источнике, с. 206, 209.

Любопытно рассматривать постаревшие страницы первого сборника научных трудов молодого тогда Физтеха (на англ. яз.), 1926 года издания, где среди 30 статей ведущих ученых института, отразивших все его достижения, в шести работах — фамилии пяти авторов-женщин. (У некоторых в английской традиции стоит приставка «Мисс»). А если взять список научных сотрудников на декабрь 1926 г. (33 человека, вместе с аспирантами и практикантами — 47), то в нем, наряду с 15-ю действующими и будущими академиками и членами-корреспондентами, найдем только двух женщин со званием «физик».

Через десять лет в сборнике «Проблемы современной физики в работах Физико-технического института А.Ф. Иоффе» (М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1936) упомянуты работы 13 женщин-физиков, причем штат института (еще не входившего в АН СССР) почти не увеличился и составлял, как следует из этого сборника, 50 научных сотрудников.

И, если, наконец, раскрыть уже упоминавшийся и фактически единственный до 30-х годов отечественный физический журнал того времени — Журнал Российского физико-химического общества, то среди авторов статей найдем фамилии 16 женщин, исследовательская деятельность большей части которых протекала тогда в ФТИ (именно столько их тогда и числилось в штатном расписании). Когда в 1931 году в «энергетической группе» института, возглавляемой самим Абрамом Федоровичем Иоффе, появилась «пятая бригада — полупроводники», в нее была включена Агнесса Николаевна Арсеньева, ставшая, таким образом, первой женщиной, занимавшейся в ФТИ полупроводниками.

В годы Великой Отечественной войны в блокадном Ленинграде работало 94 сотрудника ФТИ,² включая прикомандированных. Среди 38 сотрудниц — А.Н. Арсеньева, М.В. Глинкина, Е.Г. Степанова, Л.И. Меншикова (лаборатория по очистке масел и бензина); И.П. Мартианова (лаборатория выпрямителей); Е.Д. Девяткова, Г.К. Жильцова, М.А. Палеева, А.Я. Степанова, А.Н. Егорова, О.Д. Рожанская (лаборатория диэлектриков); К.И. Орлова, Е.А. Сергеевкова (механическая мастерская); М.П. Спиридонова, П.Ф. Кузнецова, Н.Г. Жукова (строительная бригада); Е.А. Княжецкая³, Н.Ф. Шишмарева, Н.И. Струева, Е.Н. Боброва (библиотека). Агнесса Николаевна Арсеньева вместе с коллегами под руководством Павла Павловича Кобеко решила важную проблему прочности льда Ладоги, по которой проходила «Дорога жизни» блокадного Ленинграда. Весомый вклад наравне с немногими тогда коллегами-мужчинами внесла Валентина Абрамовна Иоффе в решение задачи по размагничиванию кораблей ВМФ для защиты от неконтактных мин и торпед на Балтике. Марина Валентиновна Гликина на базе военного госпиталя в Ленинграде организовала лабораторию и возглавила работы по созданию противогангренозного средства (Препарат «П»). Коллектив лаборатории был чисто женским. В годы войны защитили диссертации Т.И. Никитинская (аспирантка И.В. Курчатова) в Ленинграде и Е.А. Полякова в Казани.

Указом Президиума Верховного совета СССР о награждении работников АН

² В начале блокады в Ленинграде оставалось 103 сотрудника ФТИ, но уже к февралю 1942 года в институте работали всего 26 человек (часть людей эвакуировали, некоторых перевели в другие учреждения). В блокадные годы в Ленинградском филиале ФТИ также работали сотрудники, командированные из Казани.

³ Е.А. Княжецкая, заведующая библиотекой ФТИ в годы Великой Отечественной войны.

СССР от 10 июня 1945 года орденами и медалями СССР были награждены 44 сотрудника ФТИ, среди которых Марина Валентиновна Гликина (Орден Знак почета), Валентина Абрамовна Иоффе (Орден Знак почета); Екатерина Андреевна Княжецкая (медаль За трудовую доблесть); Мария Ивановна Фадеева (медаль За трудовое отличие).

В 1950 году академик А.Ф. Иоффе, в течение тридцати лет возглавлявший созданный им Физтех, был вынужден покинуть пост директора и затем уйти из института. Вместе с ним уходит ряд сотрудников, в том числе женщин, чтобы продолжить работу под его началом. Руководство АН СССР создает индивидуальную научную группу академика А.Ф. Иоффе, которая в 1952 году получает статус Лаборатории полупроводников АН СССР, а через несколько лет становится Институтом полупроводников АН СССР.

В лаборатории, которой руководил А.Ф. Иоффе, трудились несколько женщин-ученых: к.ф.-м.н. Анна Васильевна Иоффе (исследование теплопроводности твердых тел, в т.ч. полупроводников, при комнатной температуре), к.ф.-м.н. Елена Дмитриевна Девяткова (изучение теплопроводности полупроводников, в т.ч. термоэлектрических материалов, в интервале температур 80–300 К), Екатерина Дмитриевна Ненсберг (исследование гальваномагнитных, электрических и термоэлектрических свойств полупроводников в интервале температур 80–500 К), к.ф.-м.н. (впоследствии д.ф.-м.н.) Ирина Викторовна Мочан (исследование эффекта Нернста в полупроводниковых материалах). Вместе с ними постигали азы науки молодые дипломантки, в дальнейшем научные сотрудники — Татьяна Владимировна Крылова (Смирнова) и Ирина Львовна Дричко, ставшие затем кандидатами наук (И.Л. Дричко позднее доктором наук). Пионерские работы Е.Д. Девятковой и А.В. Иоффе (совместно с А.Ф. Иоффе) по теплопроводности полупроводников (Te, PbTe, PbSe, твердых растворов PbTe-PbSe и др.) явились существенным вкладом в изучение явлений переноса в твердых телах и во многом способствовали решению проблемы термоэлектрического преобразования энергии. Результаты этих исследований представлены в классических трудах Дж. Драбла и Г. Голдсмита (Теплопроводность полупроводников. М.: ИИЛ, 1963), Р. Бермана (Теплопроводность твердых тел. М.: Мир, 1979) и других монографиях.

В 1972 году через двенадцать лет после смерти А.Ф. Иоффе этот единственный из многих выделившихся из Физтеха научных институтов вновь воссоединился с ним.

На первой крупной послевоенной конференции по полупроводникам (1950 г.) в Киеве были представлены работы Нины Александровны Горюновой с Александром Павловичем Обуховым, а также Анатолия Робертовича Регеля и др. по новым типам полупроводников. В дальнейшем Н.А. Горюновой и Н.Н. Федоровой были предложены тройные системы твердых полупроводниковых растворов, а затем Н.А. Горюновой и В.Д. Прочуханом — четверные системы твердых полупроводниковых растворов. В 50-е годы Н.А. Горюнова открыла (вместе с Борисом Тимофеевичем Коломийцем) еще одну группу полупроводниковых материалов — халькогенидные стекла. Эти исследования составили целое направление в физике полупроводников, успешно развиваемое и поныне, а достижения профессора Н.А. Горюновой вошли во все списки важнейших открытий, сделанных в стенах Физтеха.

К исследованиям подобного уровня следует отнести и работы профессора Ии Павловны Ипатовой по физике твердого тела.

Эти примеры главным образом из области традиционных исследований в Физтехе, но и в ряде совершенно новых задач можно без труда найти женщин-исследователей, внесших неоспоримый вклад в их решение, начиная с первых шагов. Например, исследования Майи Петровны Сыщиковой в газодинамике, Татьяны Владимировны Соколовой в создании теплостойких защитных покрытий спускаемых космических аппаратов.

Разумеется, в рамках одной небольшой статьи нет возможности рассмотреть все работы с весомым участием женщин-ученых, тем более, что и в количественном отношении их численность росла, как и весь штат института. Несомненно, более известны женщины-физики, отмеченные академическими и учеными званиями, премиями и высокими наградами.

Нужно сказать, что вопросы, связанные с деятельностью женщин в науке, в институте практически никогда не обсуждались — ни на Ученом совете, ни в рамках различных научных и общественных мероприятий вплоть до последних лет. В отличие, скажем, от вопросов о работе с молодежью или, тем более, с аспирантами. Те немногие (но важные) примеры, приведенные выше, рассматривались и обсуждались без подчеркивания гендерного аспекта. Отсутствуют и какие-либо документы, которые показывали бы статистику, например, соотношения защит диссертаций, публикаций, индекса цитирования и их динамику в абсолютном или относительном измерении за многолетнюю историю ФТИ, которому в 2008 году исполняется 90 лет.

Где-то в середине этого срока в официальном отчете института для Президиума АН СССР был приведен перечень основных достижений и направлений, по которым тогда велись исследования. В этом кратком, но весьма емком по содержанию документе, содержалось упоминание только о трех женщинах-исследователях. В последующие годы, особенно, к юбилейным датам, этот «показатель» заметно вырос, но достижение «справедливости» требует большой и длительной специфической работы с историческими документами, находящейся пока только в начальной стадии. Здесь мы ограничимся данными о наиболее известных примерах отличий и наград женщин-ученых, работавших в стенах ФТИ.

Женщины, работавшие в ФТИ им. А.Ф. Иоффе и получившие докторскую степень в период 1918–1960 гг. (ученые степени, упраздненные в 1918, были введены в СССР с 1934 года):

- Мария Афанасьевна Левитская — одна из первых женщин-физиков в России — одна из первых же получила степень д.ф.-м.н. без защиты (1935);
- Ядвига Ричардовна Шмидт (до войны);
- Марина Викторовна Классен-Неклюдова (до войны) — стала заслуженным деятелем науки РСФСР;
- Антонина Федоровна Прихотько (1943);
- Ольга Николаевна Трапезникова (после войны, уже работая в ЛГУ);
- Агнесса Николаевна Арсеньева-Гейль (1926, защита за границей, впоследствии защитила на родине и кандидатскую, и докторскую диссертации);
- Нина Александровна Горюнова (1958);
- Татьяна Абрамовна Конторова (после войны).

Перечень женщин, защитивших докторские диссертации в последующие годы, занял бы весь объем настоящей статьи. Период с 1960 по 2008 год будет исследован позже.

Среди ученых Физтеха, получивших высшие награды за научные работы, мы видим:

- Нину Александровну Горюнову (Премия Президиума АН СССР имени Н.С. Курнакова, 1958);
- Валентину Борисовну Шуман (Ленинская премия 1966);
- Киру Игоревну Ерохину (Государственная премия 1968);
- Викторию Петровну Шило (Государственная премия 1980);
- Ксению Павловну Смекалову (Государственная премия 1982);
- Галю Всеволодовну Островскую (Государственная премия 1982);
- Людмилу Серафимовну Костину (Государственная премия 1987);
- Элеонору Яковлевну Зандберг (Государственная премия 1988).

Из тех же, кто, начав свою научную деятельность в ФТИ, добился всех высших званий и наград в последующее время, напомним об ученице академика И.В. Обреимова — Антонине Федоровне Прихотько, академике АН УССР (1964), лауреате Ленинской премии (1966), Герое социалистического труда (1976), работавшей в институте в конце 20-х годов.

В истории ФТИ только очень немногие женщины занимали посты руководителей на уровне заведующих лабораториями, хотя их очевидно больше на уровне руководителей направлений и тем. Но, наверное, многие согласятся с тем, что их роль на любом уровне много выше, чем по должности или званию, хотя вряд ли этому можно найти документальные свидетельства. Но это и не требует доказательств.

Литература

- [1] S.G. Brush, *Nettie M. Stevens and the Discovery of Sex Determination by Chromosomes*, 69 (2), 162 (1978)
doi:10.1086/352001.JSTOR230427.
- [2] E.B. Hook (ed.), *Prematurity in Scientific Discovery*, Univ. California Press, Berkeley, Los Angeles, London, England. P. 124 (2002).
- [3] Yu. Khariton and Yu. Smirnov, *The Khariton version*, *The Bulletin of the Atomic Scientist*, May, p. 20 (1993).
- [4] K. Hoffmann, Otto Hahn, *Achievement and Responsibility*, Springer Verlag, New York, p. 114 (2001).

Дом родной

С. Гринберг

Есть на улице Жака Дюкло (кто теперь помнит этого друга Мориса Тореза?) участок с двумя сильно обветшалыми желтыми трехэтажными домами. Я попытаюсь здесь восстановить историю этих домов, не претендуя на абсолютную достоверность моих сведений. Буду опираться на воспоминания свои и жильцов наших домов — сотрудников Физико-технического института им. А.Ф. Иоффе АН СССР и членов их семей. Теперь немного предыстории.

В свое время Иоффе имел лабораторию при Петербургском политехническом институте. На сайте <http://walkspb.ru/zd/politech29.html> читаем: «Это высшее учебное заведение было основано в 1899 году. Инициатором его образования стал министр финансов (граф — *Примеч. авт.*) С.Ю. Витте, его заместитель В.И. Ковалевский и ученый Д.И. Менделеев. Целью создания подобного учебного заведения стала необходимость в «форме политехнических институтов, которые содержали бы в себе различные отделения человеческих знаний, но имели бы организацию не технических школ, а университетов, то есть такую организацию, которая наиболее способна развивать молодых людей, дать им общечеловеческие знания»...

В 1900 году первым директором Политехнического института стал князь А.Г. Гагарин. Одновременно с этим назначением была организована комиссия для сооружения специального здания для института. Весной 1900 года князь Гагарин и архитектор Э.Ф. Виррих были направлены в зарубежную командировку для изучения особенностей работы европейских школ.

18 июня 1900 года произошла торжественная закладка главного здания Политехнического института, химического и механического павильонов, первого и второго общежитий. Это строительство велось по проектам Э.Ф. Вирриха возглавляемой им архитектурной мастерской (этот же коллектив выиграл конкурс на проект здания Гвардейского Экономического Общества. При строительстве комплекса на углу Б. Конюшенной и Волынского пер. впервые в России был применен монолитный железобетон — *Примеч. авт.*). Кроме этих строений здесь разместились два четырехэтажных дома для профессоров и преподавателей, амбулаторная, котельная и водонапорная башня.

Главное здание и химический корпус были завершены к 1902 году. 1 октября здесь состоялось торжественное открытие Политехнического института. В 1905 году была построена водонапорная башня. Свое прямое предназначение она исполняла до 1953 года.

Во время Первой мировой и Великой Отечественной войн здесь работал военный госпиталь. Мастерские института выполняли военные заказы.

Цитируется по: Гринберг С. Дом родной. Опыт очерка, 2015.
<https://www.proza.ru/2015/02/26/1767>.

В Политехническом институте за все время его существования работали Нобелевские лауреаты П.Л. Капица и Н.Н. Семенов, академики А.Ф. Иоффе, И.В. Курчатов, Б.П. Константинов, генеральный конструктор О.К. Антонов, а также М.М. Ковалевский, Г.П. Передерия.

С 3 апреля 1990 года институт приобрел статус университета.

После октябрьского переворота Абраму Федоровичу удалось убедить большевистское руководство в необходимости для страны развития фундаментальной физики. По инициативе А.В. Луначарского и распоряжению Ленина ему было выделено здание бывшего странноприимного дома в Лесном — как раз напротив парка Политеха. Физтех, основанный А.Ф. Иоффе и поныне располагается в этом недавно отреставрированном здании, я имею в виду административный корпус. Отсылаю вас к интернету, где вы можете узнать подробности рождения ФТИ: <http://www.ioffe.ru/index.php?row=100>.

Успехи школы А.Ф. Иоффе к 30-м годам были отмечены Правительством СССР. Штат сотрудников пополнялся талантливой молодежью, да и «старики» не уступали. Как говорится, все работали на совесть. Возникла необходимость где-то селить ученую братию и не только: институтские лаборатории обслуживали механики экстра-класса — «золотой фонд». Руками этих умельцев в мастерских Физтеха создавались уникальные приборы и установки. Таким образом, квартирный вопрос вставал недвусмысленно. Кадры, как известно, решали все, и вот (не без протекции С.М. Кирова) Абраму Федоровичу были выделены деньги и участок под строительство ведомственного жилья.

Время было конструктивистское, архитекторы болели идеями коммунистического быта. Проект был заказан архитектору Сидорову (к сожалению, мне не известны его инициалы). Он также являлся автором здания НИИПТ по Яшумову переулку (ныне ул. Курчатова). Абрам Федорович деятельно участвовал в разработке идеи и проекта «дома-коммуны». Что же предполагал проект:

1. Автономная котельная на угле.
2. Общежитие для аспирантов.
3. Детский садик.
4. Прачечная.
5. Отдельное жилье по ранжиру¹.
6. Подвальные помещения для дворников (маневренный фонд).

Я не буду здесь останавливаться на конструктивных особенностях двух домов, эти особенности соответствовали скромной смете. Но можно смело утверждать — дома были возведены по очереди за два года (1932–1934) и сработаны исключительно на совесть. Да, перекрытия, лестницы — дерево, стены засыпные. Бараки для ученых. Но дома были теплыми, квартиры хорошо спланированы, двор засажен сиренью и акацией. К благоустройству нашего двора у Абрама Федоровича было особое отношение — ухаживал за посадками штатный садовник Физтеха. Радости сотрудников не было предела. Тут получили квартиры ученые, создавшие отечественную физику, цвет нашей науки — академики:

¹ Что значит по ранжиру? А то и значит, что по мере «роста» сотрудник мог рассчитывать на улучшение своих жилищных условий. Имелись 2-х, 3-х и 4-х комнатные квартиры. Хороший стимул для продвижения. Этот подход вполне вписывался в веянья эпохи. При «всеобщем равенстве» иерархический принцип не отбрасывался советской властью, что естественно для всякой живой жизни.

Курчатов, Александров, Ландау, Арцимович, Харитон, Семенов, Алфёров; физики: Обухов, Бредов, Рывкин, Каминкер, Регель, Рыскин, Гринберг, Коломиец, Юзефович (список имен уточняется).

Теперь об участке. Район наш назывался Лесное. Это предместье Санкт-Петербурга с величественным зданием Политехнического института и сосновым лесом вокруг — сплошная Сосновка с редкими деревянными строениями. Еще до закладки наших домов в этом месте стали брать песок, возник котлован. По Ольгинской улице были проложены трамвайные пути, и грузовые трамваи ежедневно возили строительный песок. По мере углубления котлована, уже после войны открылись источники — возник водоем, даже два: Большая и Малая Бассейки. Официально это Ольгинский водоем. Но все местные до сих пор говорят Бассейка. В этих местах был расположен аэродром, описанный в известном романе Николая Чуковского «Балтийское небо». В Сосновке есть мемориальное кладбище летчиков и памятник этим героям.

В наше время люди, ничего не ведающие о быте тех лет, смотрят на наши дома с брезгливостью, как на что-то изжившее себя, страшное и безобразное. Конечно, ветхость не вдохновляет. Дома признаны аварийными аж в 1988. Почему так получилось, что уникальный жилой комплекс 30-х годов не попал в список охраняемых государством объектов — не знаю. Как случилось, что на его стенах не появились мемориальные доски с именами знаменитых ученых? Подозреваю кое-кого, но делиться подозрениями тут не стану. Все, что удалось, это зарегистрировать наши дома в качестве среднего памятника, что не спасает от сноса. Снос и расселение — это отдельная история, ей уже около тридцати лет. А дома стоят, и жильцы исправно оплачивают все, что положено.

Но вернемся в 30-40-е годы. Итак, дома заселяются сотрудниками Физтеха. Аспиранты получают три этажа общежития с комнатами вдоль общего коридора. Семейные въезжают в отдельные квартиры с ванными и без. Возникает удивительный микроклимат этого места. Я родился в 1946-м и могу говорить о личных ощущениях послевоенного времени. О первых годах жизни «аборигенов» могу судить по отрывочным воспоминаниям соседей. Так вот, по их словам, жизнь кипела и в институте, и, естественно, дома. Люди работали вместе и красиво дружили, помогая друг другу во всем. Атмосфера взаимопомощи и сотрудничества преобладала. Росли дети, мужали родители. И тут — война. . .

Мой отец, Анатолий Павлович Гринберг, как и многие сотрудники Физтеха, в июле 1941 года был командирован в Казань, где и работал до конца войны. В частности, он участвовал в исследованиях под руководством Александрова по размагничиванию корпусов морских судов, в разработке приборов ночного видения для Рыбалко. В 1945-м он получил комнату на втором этаже в доме, что стоит под прямым углом к Ольгинской (я так буду называть нашу улицу). Папа женился на моей маме, в то время она демобилизовалась из армии, именно в 1945-м. Я родился в мае 1946-го, т.е. меня, младенца, принесли из Снегиревки именно в эту комнату. Вскоре папе выделили 3-комнатную квартиру № 13 во втором доме (ныне № 5). Новая семья счастливо зажила в прекрасной даже по нынешним меркам квартире.

Наш двор — это сказка! Он был для нас детей оазисом среди пустошей округа. Игры, дружбы, распри — все было тут и на песчаном карьере. Лапта, землянки, казаки-разбойники. А за двумя вырытыми столиками сидели солидные дядьки

и смачно забивали козла. . . Постепенно район застраивался. Появился «позднесталинский-ранне-хрущёвский» жилой дом с «Гастрономом» на углу Яшумова переулка и нашей Ольгинской. Строился «Позитрон» (бывший НИИ-34). Дом с гастрономом мы окрестили «новым». Войны наших и из «нового» случались нередко и с применением рогаток и самопалов. Но опустим эти детали тогдашних пацанских нравов и продолжим о быте взрослых.

Что я помню хорошо — это праздничные застолья в нашей квартире. За раздвижным столом — человек двадцать, две-три бутылки вина. . . и веселье через край — искромётный юмор, умные разговоры мужчин, тонкое кокетство дам. При этом никакого жеманства, искренняя атмосфера людей, любящих свою работу, своих детей и свою страну. Игра в покер с цветными фишками (крашенными цветными лаками копеечками) и танцы под патефон. Боже! Как они танцевали! Папа блистал в румбе и фокстроте. А танго — это не передать, что такое танго в 20-метровой комнате со столом и диваном, с книжными полками вдоль стен до потолка и трофейным комодом арт-декор. Но самый-самый — это, конечно, Новый год. Изобретательность была на высшем техническом уровне. Основными выдумщиками были Давид Каминкер в качестве художника и Юзефович в качестве конструктора и электрика. В полночь что-то плавно опадало — открывался, к примеру, младенец с номером года, что-то пело и трещало. Короче, праздник настоящий. Детей не забывали — им устраивали аттракционы, совместные игры, шарады, «кроссворды», весело было всем. А там — катание с горок на Бассейке, валяние в снегу, хлопущки, конфетти. . . Мокрые и довольные возвращались к столу и пили чай с пирогами.

Почти в каждой семье были домработницы — деревенские девушки, пышущие здоровьем, с прекрасным русским языком. Они официально нанимались по договору, имели прописку, свой профсоюз и прочие положенные льготы. У меня было три любимых няни. Вера прожила у нас не долго, года два. Мама выдала ее замуж. Я ее помню только по фотографиям — вылитая Клавдия Шульженко — высокая с низким завораживающим голосом. Зоя — главная моя воспитательница с золотой косой венчиком. Круглолицая, улыбочивая, ласковая, но строгая и знающая себе цену. Мама и ее выдала замуж, они долго еще дружили. Последний раз я ее видел, когда мне было лет 13–14.

Не помню, в каком году, мне было лет 8-9, в нашей квартире появился высокий мужчина голливудского обаяния. Его подселили к нам в 11-метровую комнату. Сергей Николаевич (фамилии не помню) был настоящим технарем, я им страшно интересовался. Вскоре у нас же в квартире состоялась грандиозная свадьба и в дом вошла красавица Алла. . .

У них появился телевизор. Через дверную щель я самозабвенно подглядывал за подвигами Тарзана. . . Мама имела обыкновение ставить надо мной педагогические эксперименты. В целях восстановления безусловного послушания меня сажали на «хлеб и воду» с добавлением соленого огурца и рыбьего жира. В такие дни я имел право заработать себе доп. паек у соседей, и я добросовестно подметал у Аллы пол. И получал чашку чудесного чая с бутербродами. . . У Сергея Николаевича не хватало нескольких пальцев на правой руке: по его словам, результат дурацкого случая, когда он сгоряча стал подбирать с пола радиоактивный препарат. Вскоре он был назначен главным инженером филиала в Шувалово и получил отдельное жилье. Наша квартира опять сделалась

отдельной.

Третья моя няня — Вера — прожила у нас дольше всех. Она ушла, когда мне уже было 13 лет. Вера бала суха, строга, ее я помню плохо. По фоткам видно, что она сопровождала меня и брата в Одессе, например. . .

В 1956 году папу пригласили преподавать в Пекинский политехнический институт. Он уехал один, а в январе 1957 г. мы с мамой приехали к нему. Пекинский период очень интересен, насыщен событиями. Это было время после 20-го съезда, когда Мао, не признав выводов хрущёвского доклада, уже начал охлаждать отношения с нами. Еще светились улыбки, дети бежали за гостиничным автобусом с советскими специалистами с криками «нихао, тунджа!» (здравствуй, товарищ!). Но слежка уже была налажена, и пленки в фотоаппаратах случайно засвечивались. Наши гебисты тоже не дремали: одну совдаму, за то, что наняла рикшу при осмотре Великой китайской стены, выслали из КНР в 24 часа.

Но продолжим. Летом 1957-го мы вернулись домой. Надо сказать, что я неплохо учился и уезжал из Ленинграда, будучи хорошистом (4-й «б» в 103-ей), а в школе при гостинице «Дружба», где жили спецы из соцлагеря и не только, я неожиданно превратился в устойчивого получателя тройков и даже двоек. Правда, к концу 4-го, не без помощи папы, удалось выровняться. В пятом нашем классе я снова стал получать 4 и 5. Что значит повышенные требования — пекинская школа задала планку.

Тем временем рельсы с нашей улицы убрали. Началась интенсивная застройка микрорайона. Между штабелями плит перекрытий было весьма увлекательно играть в войнушку. На углу Ольгинской и Яковской возвели добротные кирпичные пятиэтажки. Наши соседи стали потихоньку перебираться в новые квартиры. Мама пилила папу, на что папа неизменно отвечал: «У нас прекрасная квартира, нас трое, пусть улучшают свои условия те, у кого тесно и большие семьи. А нам и тут хорошо». Так и не стал писать заявление. . .

В 1969-м я женился, а в 1970-м мы с женой и сыном переехали в ее (заработанную в Ташкенте) однокомнатную на улице Ленсовета, кооператив ЛенЗНИ-ИЭПа, где и прожили 15 лет вплоть до смерти папы в июне 1975-го. В 1988 году наши дома на улице Жака Дюкло были признаны аварийными².

² В настоящее время физтеховские дома на ул. Жака Дюкло, 7 (Ольгинская, 12) признаны аварийными. По инвестиционному договору со строительной компанией Физтех планирует переселить жильцов этих домов в новые квартиры в 2019 году.

Наша жизнь на Ольгинской, 12 и на Приютской, 1

Е.Б. Александров

На Ольгинской улице

В дом № 12 на улице Ольгинская (ныне улица Жака Дюкло) наша семья, состоявшая из отца, Александра Бориса Петровича, и его двоих малолетних детей — Натальи (12 лет) и Евгения — «Ежа» (9 лет), попала летом 1945 года.

До того мы дней десять добирались из Казани в Ленинград на бесконечно медленном поезде. Уж не помню точно, когда это было, но приехали мы зимой, явно до победы над Германией. На какое-то время нас приютила Екатерина Николаевна Харкевич, которая проживала с юной и прекрасной дочерью в огромной квартире на Васильевском острове — ее муж, известный специалист по теории спектров, в последующем член АН СССР, к этому времени ее покинул. Сын Екатерины Николаевны, чуть старше меня, к моменту нашего появления находился в каком-то заведении присмотра за малолетними преступниками. Из этого временного прибежища весной 1945 года мы перебрались в свое старое жилище по адресу Лесной пр., 37, где мои родители до войны делили трехкомнатную квартиру № 509 с бездетной семьей Куртнеров, сослуживцев отца по Физико-агрономическому институту. Куртнеров уже не было в живых. Мы заняли свои две комнаты, совершенно нежилые, поскольку вся наша довоенная обстановка пропала. Не было воды, не работала канализация, но кое-как работало освещение. Мы прожили там до лета 1945 года. Отец ездил на работу в Физтех, а мы с сестрой устроились в школы — она пошла в 5-й класс школы № 104, а я во второй класс соседней мужской школы № 121. (После нашего переезда на Ольгинскую улицу сестра до окончания школы ездила по старому адресу, а я с пятого класса перешел в школу № 117 на 2-м Муринском проспекте).

Переезжали мы с Лесного проспекта на грузовике из гаража Физтеха. Помогали нам Гаев и Дунаев, которые грузили наш скарб, состоящий из одного большого матраса, полуразбитого довоенного шкафа, двух стульев и трех фанерных ящиков, обитых по углам жестью. Дунаев сказал: «Это не мебель, а небель».

По адресу Ольгинская, 12 стояли два трехэтажных дома с разнообразной и необычной планировкой квартир, которые служили (и служат до сих пор!) эдаким пересадочным ковчегом для сотрудников Физико-технического института. В ту пору нашу семью поместили в привилегированные условия — в отдельную квартиру № 9 на третьем этаже первого дома. Это была довольно странная квартира, состоящая из трех комнаток и крохотной прихожей. Внутри не было

Публикуется по материалам: Е.Б. Александров, *Наша жизнь в доме на Ольгинской, 12 и на Приютской, 1* в кн. «Жизнь шире, чем наука. К 100-летию ФТИ им. А.Ф. Иоффе», СПб: ФТИ им. А.Ф. Иоффе, Журнал «Звезда» (2018) с. 189–196. Статья дополнена фотографиями из архива автора.

ни одной навесной двери, кроме входной. Не было ни раковины (т.е., водопровода), ни, разумеется, уборной. Все эти «удобства» заимствовались в соседней квартире № 8, которая представляла собой общежитие с коридорной системой. Там был десяток отдельных комнат, общая кухня с дровяной плитой, одна раковина и одна маленькая уборная, у которой по утрам выстаивалась очередь.

Здесь мы прожили вплоть до 1947 года. Вспоминаю эту нашу жизнь с благодарностью детского восприятия — была она разнообразная, постоянно голодноватая; временами было холодно и темно, когда выключали свет, но кроме необычайно морозных зим бывали чудные жаркие лета. Рядом с нашими домами располагалась «бассейка» — довольно большое глубокое озеро и еще два озера, возникших в результате карьерных разработок песка. (Песок вывозился с помощью трамвайной железной дороги, проходившей прямо под окнами второго дома.) Уж мы там купались! Один раз я почти утонул — выбрался из водяной ямы каким-то чудом долгой и мучительной борьбы за жизнь. После этого дал себе обещание научиться плавать.

Было много других чудных развлечений в тех тогда диковатых местах. Рядом Сосновка, вся начиненная остатками войны, бесконечно притягательными для мальчишек. Там над озером была взлетная полоса, засыпанная гильзами, трассирующими пулями и мелкокалиберными снарядами от авиационных пушечек. На краю полосы около леса лежал на брюхе волшебный американский алюминевый самолет, весь ободранный. А в лесу, в залитых водой окопах можно было найти бомбы — зажигательные и фугасные. Особенно ценились «зажигалки». До нас по лесу прошли саперы и кое-как очистили лес, свезя в одно место огромное количество термитных зажигалок. Они их сожгли, в результате чего образовалось обширное «горелое место» площадью в сотни квадратных метров, целиком залитое железной термитной лавой. Из этой лавы мы выковыривали несгоревшие почему-то хвосты, тоже начиненные термитом. Размокшие в воде мы с большим трудом зажигали, с помощью смеси толченого термита с порохом. Горящая бомба представляла собой необычайное зрелище — нечто вроде извержения вулкана. Мы зажигали бомбу в песчаной карьерной яме, а сами стояли наверху и подбрасывали в жерло вулкана автоматные патроны, приятно оживлявшие треском взрывов яростное шипение бомбы. Все это было довольно безопасно, пока не доходило до разборки снарядов. Был у меня один очень неприятный эпизод, когда я чудом остался невредим, хотя лишился бровей и ресниц (волос у меня не было) и оглох на несколько дней.

Наши дома примыкали к территории НИИ-34, которая с нашей стороны была огорожена высоким забором с колючей проволокой. В этом почтовом ящике работала, вероятно, половина населения наших домов. И эта половина выносила с предприятия, возможно, единственное, что стоило вынесения — конденсаторную алюминиевую фольгу в рулонах, часто с бумажной изоляцией. (Готовые конденсаторы в алюминиевых стаканах рекой вытекали из-под забора в овраг, но большого интереса они не представляли — внутри них была та же фольга, но доставать ее было хлопотно). Многочисленная ребятня наших домов радостно бегала с развевающимися по ветру хвостами алюминиевых лент. Однако, как известно, ни одно «доброе» хищение не проходит безнаказанно. Одна из девочек, сидя на подоконнике, в окне на третьем этаже, выходящем на «бассейку», пускала по ветру длинную ленту. Под окном проходила трамвайная линия. Лента

попала на контактный провод, и бедняжка получила удар 600 вольт при самых страшных обстоятельствах — она держала ноги на батарее водяного отопления под окном. Девочку выбросило из окна, но она чудом уцелела — земля под окном была мягкой, а третий этаж был невысоким. Рассказывали, что она сама поднялась и сказала: «Ничего, ребята, я — летчица». Мне это рассказывала Нина Николаевна Константинова — их семья тогда жила в этом доме. Она увидела, как счастливая мать ведет дочь домой и немедленно вызвала скорую помощь — мало ли что! Но все обошлось.

Как я говорил, жили впроголодь. Сотрудники Физтеха держали огороды, на выходные дни коллективно выезжали на Карельский перешеек на рыбалку, откуда наш отец иногда возвращался с богатой добычей. Душой рыбацкого общества был Гавриил Петрович Михайлов, гениальный рыбак, по словам моего отца. Ловили, главным образом, на спиннинг — шук и окуней. Как-то отец привез штук двадцать шук. Они были засохшие, и чистить их было каторгой. Мы сутки их обрабатывали, а на третий день я увидел крохотного мышонка, который бежал по электрическому проводу. Ясно, что это был факт самозарождения жизни из рыбьей трешки. Помнится, отец поручил мне отнести самую большую щуку в подарок Борису Павловичу Константинову. Я позвонил в квартиру Константиновых на первом этаже. Дверь открыл старший приемный сын Бориса Павловича. В полутьме прихожей я молча перевалил ему в руки страшную щуку, которую он тут же отбросил в сторону, а я убежал.

Из соседей по Ольгинской, 12 я помню семьи Константиновых, Алхазовых, Болтаксов, Бреслеров, Гохбергов. Там же жила Антонина Михайловна Золотарева, первая жена А.П. Александрова, с сыном Юрой. Там же обитал великий физтеховский стеклодув Н.Н. Голубев с семьей. Все они жили во втором доме, где не было коридорных общежитий. Нашим ближайшим соседом в квартире № 8 первого дома оказался М.М. Бредов, который жил со старой матерью (может быть, бабушкой) Марией Эмильевной. Она казалась мне ужасно старой и страшной, типичной ведьмой из сказки — совершенно седая, сгорбленная, с одним торчащим зубом. Самого Бредова я тоже побаивался — у него под носом был страшноватый шрам от зашитой заячьей губы, и выражение лица у него всегда было мрачным. Но Михаил Михайлович со мной ласково и как-то уважительно здоровался, и я к нему привык, несмотря на его замкнутость и неразговорчивость. Потом от Марии Эмильевны узнал, почему он таков. Сама Мария Эмильевна оказалась добрейшей и милейшей старушкой, которая быстро меня приручила до такой степени, что я уже не мог вспомнить, что в ней когда-то меня пугало. Она замечательно жарила картошку длинными прямоугольниками и давала ее пробовать. Зазывала меня в их комнату, полную всяких удивительных вещей из прежней жизни. Мария Эмильевна многое мне рассказывала. У нее я нашел старинную дореволюционную книгу под названием «Царь и опричники», которую прочитал и запомнил на всю жизнь. Это была апология Ивана Грозного, дикий нрав которого автор оправдывал тяжелым детством. Но то, что было там написано, было столь ужасным, что с тех пор советская власть, одобрявшая Ивана Васильевича, уже была не в силах оправдать этого царя в моих глазах. Мария Эмильевна рассказывала мне, что Михаил Михайлович воевал и насмотрелся таких ужасов, что постоянно кричит во сне и иногда подолгу впадает в глубокую депрессию. Она рассказывала, что именно он видит во сне из

своего военного прошлого, но лучше этого не пересказывать.

В какой-то момент нас почему-то вдруг выселили из нашей квартиры № 9, и «уплотнили» нами Болтаксов, у которых мы заняли одну из их трех комнат. Болтакс тоже воевал и привез из Германии множество трофейного имущества, которым была плотно забита целая комната в его квартире. (Чего там только не было! Массивные напольные часы, резная мебель, дамские велосипеды. . .) Несмотря на их «уплотнение», жили мы с Болтаксами вполне мирно, сдружившись с его очаровательной дочкой Юлей.

За долгие два года на Ольгинской произошло множество событий. Умерла наша родственница Золотарева, ее сын Юрий переехал в новую семью своего отца А.П. Александрова, который занимал тогда квартиру на первом этаже в правом крыле Главного здания Физтеха. А потом все они уехали в Москву вместе с Курчатовым, Арцимовичем и многими другими строить «атомный щит». Мы же с сестрой приобрели мачеху Веру Никандровну Молчановскую, которая оказалась давней знакомой отца еще с киевских времен. Была она вдовой, совершенно одинокой. Наш следующий переезд, теперь на Приютскую улицу, мы совершали уже вчетвером.

На Приютской улице

На Приютскую улицу мы переехали в 1947 году. По адресу Приютская, 1 располагалось огромное трехэтажное здание, которое называлось то «химфизикой», то «вторым павильоном» Физтеха. Своей внушительной архитектурой это здание напоминало строения ансамбля Политехнического института. Со стороны Политехнической улицы оно было обнесено забором с колючей проволокой, доходившим до железной ограды территории института костного туберкулеза. По Приютской улице забор выходил за пределы «второго павильона» и огораживал обширный прямоугольник площадью около 3–4 гектаров, внутри которого, кроме «второго павильона», располагались четырехэтажный дом из красного кирпича и длинный одноэтажный дом барачного типа, где жили с семьями многочисленная охрана секретного «второго павильона» и пожарные. На обширном огороженном прямоугольнике помещались деревянные сараи, складские помещения и маленькое строение очень специального вида, в котором можно было узнать макет здания циклотрона ФТИ, уменьшенного раз в пять. Внутри огороженной зоны был предусмотрен вход через проходную-будку. Обширный внутренний двор был небогатым. От проходной вдоль «второго павильона» шли деревянные мостки, по которым можно было проходить к двум его парадным входам и к единственной парадной двери отдельно стоящего кирпичного четырехэтажного дома. Из ближайшей к проходной парадной просторная лестница вела к жилым квартирам. На первом этаже была одна квартира, в которую поселили семью интеллигента-стеклодува Н.Н. Голубева. На втором этаже жили Русиновы и Алхазовы. На третьем этаже поселилась семья Константиновых. Наше семейство вселилось в квартиру на втором этаже второй лестницы жилой части «второго павильона», где были три однотипных 3-комнатных квартиры. Под нами жила чета Шестопаловых, а над нами — Дунаевых. В отдельном кирпичном доме внутри огороженной территории жили люди, не обязательно связанные с Физтехом. Из числа физтеховских семей я помню Журковых, Ду-



Дети Б.П. Александрова, 1947 г.

кельских, Добрецовых и Мамыриных. Наше семейство тесно дружило с семьей Кувшинского, который читал лекции в Политехническом институте и заведывал лабораторией в Институте высокомолекулярных соединений.

Наша новая квартира была вполне шикарной: три комнаты (одна проходная), большая кухня с деревянной плитой, ванная комната с деревянной колонкой, отдельная уборная и довольно просторная прихожая. Потолки были удивительно высокие — 4.5 метра, в комнатах был паркет. После всех военных перипетий это было полным счастьем. В этой квартире мы прожили 21 год.

В распоряжении детей обитателей Приютской, 1 был большой двор, разделенный на две части забором, за которым находились склады Физтеха. Склады вызывали у мальчишек постоянное любопытство, сопровождавшееся тайными вторжениями за забор. Законная территория была окаймлена сараями для дров, ряд которых заканчивался подсобкой пожарных. Пожарные тренировались, взбегаая на крышу подсобки по наклонной доске, всаживая в нее свои топоры с острым когтем и спускаясь по медной вертикальной трубе. Охранники тренировались в стрельбе в открытом тире. У пожарных было еще «бревно», по которому они ходили, учась сохранять равновесие, а у охранников был примитивный турник. Во всей этой взрослой жизни мальчишки принимала живое участие. Десяток подростков обоего пола жил обычной дворовой жизнью с играми советской эпохи — «штандер», казаки-разбойники, футбол, прятки. Последние имели характерные черты, связанные с особенностями двора: «второй павильон» обладал таинственными, разветвленными подвалами и чердаками, заставленными странными огромными агрегатами отопительного и вентиляционного назначения. Эти помещения были всегда в полной темноте и служили укрытиями для прятущейся ребятни.

Со временем во дворе появилось два гаража для частных автомобилей, которыми разжились некоторые жильцы — Александровы, Кувшинские, Дунаевы и Русиновы. Гаражи примыкали к складской территории, и их крыши были удобны для вторжения мальчишек на запретную зону. Проникновение на скла-



Борис Петрович Александров с дочерью, 1951 г.



Б.П. Александров с женой В.Н. Молчановской в отпуске. Украина, около 1954 г.

ды происходило обычно в темное время и не всегда хорошо кончалось. Так, однажды Шурка, старший сын Б.П. Константинова, разжился на этом складе жестяной банкой, весом с десяток килограммов, наполненной, как он считал, красной сухой краской. Краска эта оказалась красным фосфором, веществом неукротимо горючим, испускающим густой и очень едкий белый дым пятиоксида фосфора. С этим фосфором мальчишки учиняли всяческие огненные безобразия. Часть фосфора перекочевала в мою домашнюю химическую лабораторию, в которой я превращал красный фосфор в белый, а потом он оказался причиной серьезного несчастья.

К этому времени я прилично освоил производство ракет на основе черного пороха, а также бомб, изготавливаемых из медных трубок, которые я набивал тем же порохом или самодельным пироксилином. И то, и другое использовалось для развлечения друзей. Ракеты взлетали со страшным свистом на многие сотни метров, а бомбы взрывались с восхитительным грохотом. (Ракеты меня научил делать отец, а про бомбы я ему ничего не говорил, потому что он строго запрещал мне набивать порох в металлические полости). Как-то раз, когда меня не было дома, ко мне наведались дворовые друзья — их пустила сестра. И они начали «химичить», т.е. произвольно смешивать всякие мои химикаты. Вернувшись



У входа в Институт скорой помощи. Слева направо: мой двоюродный брат Александр, тетя Марьяна Александровна и я, 1950 г.

домой, я обнаружил, что в запас черного пороха всыпан красный фосфор. Эту смесь друзья толкли в чугунной ступке! Чудом ничего не произошло, но дальше глупости уже стал делать я. Эту опасную смесь надо было выкинуть, а я пожалел. Вскоре к нам в гости приехала наша московская тетя Марьяна Александровна Балашова-Александрова с двумя сыновьями, которых я решил развлечь своей пиротехникой. Засыпал проклятую смесь в медную трубку и стал ее трамбовать деревянным поршнем, по которому аккуратно постукивал молотком! И тут она взорвалась прямо в моей левой руке. При этом осколок покалечил ногу моего двоюродного брата Александра. Словом, мы оказались в Институте скорой помощи, где провели недели три. На фотографии ниже представлен наш выход из больницы (неважно выглядел Институт скорой помощи в 1950 г.). С тех пор прошло уже около семидесяти лет, а я по-прежнему не выношу запаха спичек — в их головках содержится красный фосфор.

Это не единственная «огнестрельная» история на Приютской, 1. Следующая была связана со стрельбой уже буквально. Борис Павлович Константинов подарил своему сыну Шурке целый арсенал пневматического оружия — пневматический пистолет и два ружья, из которых одно было многозарядное. Из последнего мы с Шуркой охотились на лампочки фонарей в парке Политехнического института, а потом Шурка нашел ружью другое применение, о котором я узнал двадцатью годами позже от своего аспиранта — Александра Борисовича Мамырина (он был лет на шесть моложе меня и, будучи обитателем двора на Приютской, в нашу компанию в 50-е годы не входил). Шурик Мамырин рассказывал, что он как-то шел домой из школы по Приютской улице и внезапно получил сокрушительный удар по голове — ему показалось, что табуреткой! Оказалось, что его подстрелил из окна третьего этажа Шурка Константинов. Свинцовая пуля не пробила череп, а проделала длинный путь под скальпом. Было много крови, и возник скандал с привлечением милиции. Но скандал удалось замять настолько, что я узнал о нем только из рассказа пострадавшего много лет спустя. Что касается Шурки Константинова, то он тогда познакомился с правоохранительными



Страница из альбома: Б.П. Александров артистически позирует с И.Л. Дунаевой, предположительно 1960 г.

органами и в дальнейшем с ними внештатно сотрудничал.

Взрослые обитатели Приютской улицы — наши родители — жили своей, в основном секретной жизнью, о которой мы, дети, ничего не знали — время было «строгое». Но жили дружно и, помнится, весело. Довольно часто происходили вечеринки, во время которых физтеховцы собирались на квартирах. Чаще всего у Александровых, Дунаевых или Кувшинских. Вечеринки были обычно связаны с днями рождения, которые украшались подобиями артистических капустников, по тем временам довольно смелыми. Помню собрание, посвященное 50-летию Б.П. Константинова. До того Борису Павловичу был вручен какой-то весомый орден, и он в ответном слове публично благодарил советскую власть за то, что она его, «босоногого пастушка-подпаска, вознесла на командные высоты науки». Это было очень вольной версией биографии директора Физтеха, потому что отцом Константинова был купец-миллионер. На дне рождения Бориса Павловича у нас на квартире дамский хор спел нежными голосами: «Мой миленький дружок, любезный пастушок...». Борис Павлович посмеялся и не обиделся. На вечеринках много пели, Дунаев и Мамырин охотно аккомпанировали на рояле. Пели всякие «переиначки» популярных романсов, например, так:

«Позарастили стежки-дорожки,
где мы гуляли после бомбежки».

Б.П. Константинов любил организовывать хор на популярную тему «У меня есть сердце, а у сердца тайна...» в такой редакции: «У меня желудок, а в желудке жила, в этой жиле язва, язва это ты!» (в том месте мужские исполнители хора указывали на своих жен).

Мой отец отличался умением писать смешные стихи. Например, на день рождения Кувшинского он сочинил такой хулиганский акростих, сопровождавший подарок — ночную лампу:

Когда во тьму чухонской ночи
Уныло ты вперяешь очи
В надежде тапки обрести,
Штоб в них куда-то побрести,
Изящный наш включи светильник —
Найдешь и тапки, и урыльник.

Молодая жена Кувшинского, Шурочка, в ответ на день рождения отца нахально написала:

Мы сегодня должны
Подарить Вам подтяжки,
Чтобы Ваши штаны
Не упали на ляжки!

С годами это сообщество, (как и наша дворовая компания), постепенно распалось, а потом исчезла и сама Приютская улица — ее накрыло новое громадное здание Физтеха...

Научный музей как элемент коллективной памяти

Р.Ф. Витман

*Музей — грандиозная памятная книга человечества
А.В. Луначарский*

Человеческий и интеллектуальный ресурс ленинградской научной школы всегда был высок, и вклад ученых Физико-технического института им. А.Ф. Иоффе АН СССР (РАН) в отечественную и мировую науку широко известен. Однако с течением времени отходят на второй план или просто забываются судьбы отдельных людей — творцов науки.

История института началась сто лет назад в тяжелые послереволюционные годы разрухи (1918 г.). Теперь мы обращаем взгляд в прошлое, восстанавливаем по крупицам картину жизни научного сообщества XX века, обращаем внимание на условия развития ряда научных направлений. Это особенно ценно. Память человека, частная память, изменчива и противоречива. В отличие от нее коллективная память — достаточно устойчива, она опирается на факты, документы, фотографии, однако и она претерпевает изменения под воздействием политических и социальных процессов в обществе. В настоящее время доступны некоторые ранее закрытые архивные документы, что позволяет по-новому взглянуть на прошлое. Научное сообщество несет ответственность перед памятью российских ученых и историей науки.

Музей в жизни социума играет роль одного из важнейших элементов коллективной памяти, помогает формированию профессиональной и гражданской идентичности. В Физико-техническом институте работают два музея.

В 1989 году по инициативе Жореса Ивановича Алфёрова, нобелевского лауреата по физике 2000 года, в Главном здании был открыт Мемориальный музей А.Ф. Иоффе, где представлены личные вещи, предметы мебели домашнего кабинета Абрама Фёдоровича, приборы, привезенные им из заграницы в 20–30-е годы XX века, фотографии международных встреч, подарки его учеников и др. Экспозиция этого музея была составлена благодаря предметам, подаренным Физтеху вдовой первого директора Анной Васильевной Иоффе.

В 2008 году к 90-летию юбилею института по инициативе директора института Андрея Георгиевича Забродского был создан Музей Физтеха. Для молодых ученых, недавно пришедших в науку, и сотрудников института, увлеченных историей физики, этот музей демонстрирует связь научных поколений, дань уважения к истокам, примеры служения науке, успешного международного сотрудничества. Экспозиции музея служат расширению кругозора молодых ученых и приобщению их к традициям.

Основная экспозиция музея располагается в двух комнатах площадью 40 и 20 кв.м. В первой из них располагался кабинет Абрама Фёдоровича — рабо-



Вручение Нобелевской премии
Н.Н. Семенову, Стокгольм, 1956 г.



Вручение Нобелевской премии
Ж.И. Алфёрову, Стокгольм, 2000 г.

чий и домашний одновременно (в то время квартиры директоров, как правило, находились в их институтах). В этих стенах ставились важные государственные вопросы, принимались ответственные решения. Здесь представлены документы, фотоматериалы, физические приборы, макеты установок и другие экспонаты, связанные с ведущими темами исследований, а также со знаменательными событиями в стране и институте. За десять лет развития музея собрано более двух с половиной тысяч единиц хранения.

Представленные экспонаты и материалы являются разрозненными осколками памяти различных людей и профессиональных групп, но, собранные воедино, они отражают прошлое страны, науки и формируют коллективную память. Здесь создан особый мир истории науки, который теперь поселился в тех же стенах, в которых начинался Физтех век назад. Институт успешно развивался в одной стране — СССР; сегодня история Физтеха продолжается в другой политически молодой стране — Российской Федерации. В музее настоящее не воспринимается в отрыве от прошлого.

Физтех знаменит именами всемирно известных физиков. Здесь работали ученые, определившие лицо эпохи — Я.И. Френкель, Я.Б. Зельдович, Г.А. Гамов, И.В. Курчатов, А.П. Александров и др. В Физтехе начинали свой путь в науку будущие Нобелевские лауреаты И.Е. Тамм, Л.Д. Ландау, П.Л. Капица, впоследствии покинувшие стены ФТИ. Здесь сделали свои работы Н.Н. Семенов и Ж.И. Алфёров, награжденные Нобелевскими премиями в 1956 г. и 2000 г. (им посвящена отдельная витрина).

Подъем науки в ранние годы Физтеха был обеспечен советской властью. В 20-е–30-е годы, несмотря на трудности молодого государства, институту выделялись огромные средства на развитие — на оборудование, заработную плату,



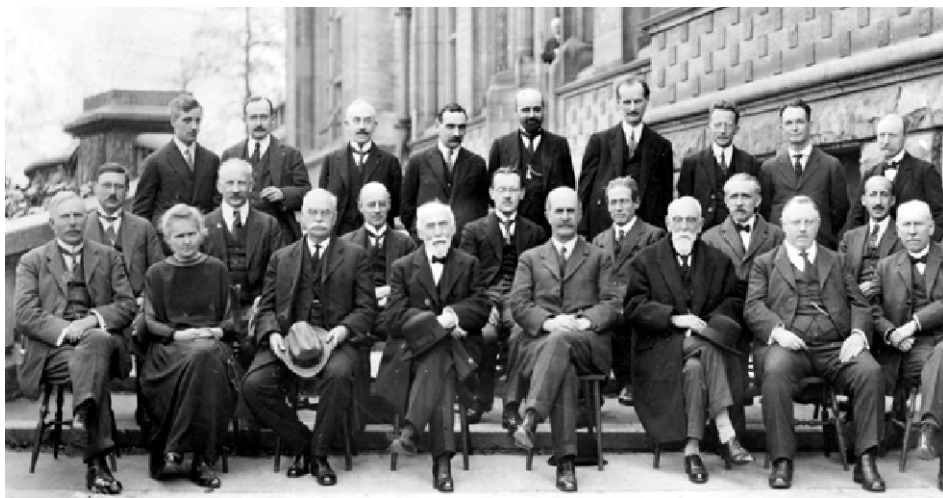
А.Ф. Иоффе, 1930-е годы

командировки в научные центры Европы и США. Институт быстро стал хорошо оборудованной базой для научных исследований мирового масштаба. Это был период совместных работ с ведущими физиками мира, творческих дискуссий и публикаций, период открытых и дружественных контактов ученых разных стран и континентов — творчество в системе «наука без границ». В тот период очевидны мобилизующая роль государства, единство намерений власти и научного руководства в развитии физических исследований.

Первым директором института и бессменным его директором в течение более тридцати лет был один из его основателей академик Абрам Фёдорович Иоффе (1880–1960). Это были годы расцвета физики как науки во всем мире, годы становления института и развития экспериментальной базы, вхождения молодых физиков Страны Советов в среду мировой науки.

В 1924 году на Сольевевском конгрессе в Брюсселе собрался весь цвет мировой физики. Россию представлял А.Ф. Иоффе (см. фото выше). В том же году в Ленинграде был организован IV Съезд физиков, в котором приняли участие «отцы» российской физической науки и молодежь из различных новых исследовательских учреждений страны.

А.Ф. Иоффе приглашал в институт со всей страны талантливых юношей и девушек, желающих посвятить свою жизнь физике. Здесь трудилась и молодежь, приехавшая в Петербург из провинции, можно сказать, «из лаптей», и частично уцелевшие потомки дворян. Архив Института дает богатую почву для анализа кадрового состава. Этот период можно назвать политическим и социальным феноменом — так неожиданно новая власть дала возможность учиться, увлекла, объединила и дала средства. Работа этой научной сети обеспечила развитие физики в стране, исследования ученых для обороны страны и укрепление связей с мировой наукой. Успех научного труда определялся коллективным чувством от-



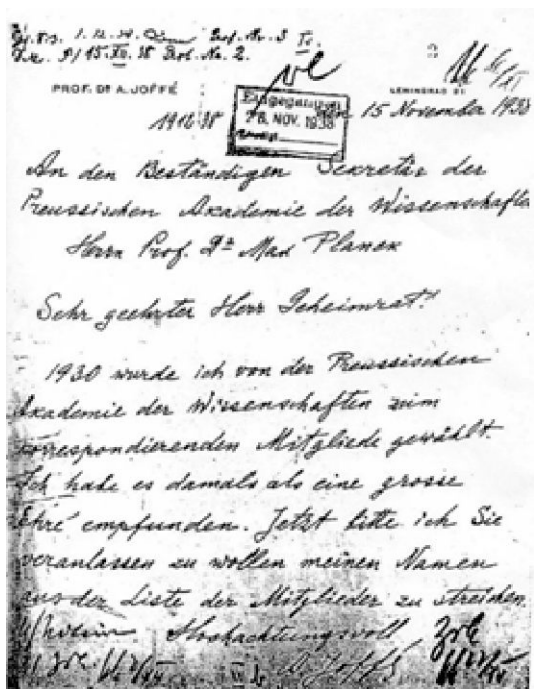
Сольвеевский конгресс, Брюссель, 1924 г.

ответственности, осознанием принадлежности к сообществу граждан своей страны и к мировому научному сообществу. И в этом смысле занятие физикой в Советском Союзе было одной из успешных технологий конструирования гражданской и групповой идентичности.



Бюро IV Съезда физиков, Ленинград, 20 сентября 1924 г.

Первый ряд: четвертая справа — И.В. Мочан; в центре — П.С. Эренфест; второй ряд: первый слева — А.Ф. Иоффе, шестой — Н.И. Добронравов, третий справа — Д.С. Рождественский, четвертый — О.Д. Хвольсон, седьмой — В.Р. Бурсиан; третий ряд: первый слева — Г.А. Гамов, второй — Я.И. Френкель, шестой — В.М. Чулановский, третья справа — А.В. Ечеистова; четвертый ряд: слева — О.Н. Трапезникова, четвертый слева — К.Ф. Нестурх



Глубокоуважаемый
Господин Тайный советник!

В 1930 году я был избран членом Прусской академии наук. Тогда я принял это за большую честь. Теперь я прошу Вас вычеркнуть мое имя из списка членов.

С глубоким уважением
А. Иоффе

В 1932 году по инициативе академика Иоффе в Физтехе были начаты исследования по ядерной физике. Иоффе приходилось отстаивать право на проведение в институте этих работ, поскольку руководство страны упрекало его в занятии делом, не имеющим выхода в технику. В течение нескольких лет (1933–1940 гг.) в Ленинграде, Москве и Харькове было проведено пять Международных ядерных конференций, в которых принимали участие ведущие ученые мира.

В 30-х годах когда к власти в Германии пришел Гитлер, усилилось давление на научные круги, в том числе по национальному признаку, и немецкие ученые начали уезжать в Англию и США. Часть из них оказалась в России, где еще можно было спокойно работать в хорошо оборудованных лабораториях (в частности, в Харьковском физико-техническом институте, созданном в 1928 году ведущими учеными ленинградского Физтеха). В связи с изменением ситуации в Германии в ноябре 1938 года Абрам Фёдорович направляет профессору Макс Планку письмо с отказом от членства в Прусской академии наук:

Далее открытие деления урана (1938, О. Ганн, Ф. Штрассман), публикация статьи об энергетическом выходе реакции деления ядра урана (1939, О. Фриш, Л. Мейтнер) прояснили, что эти открытия должны сыграть значительную роль не только для науки, но и привести к новым, неожиданным техническим решениям, дающим возможность применения и в военных целях.

Несмотря на поддержку науки руководством страны, многие ученые были репрессированы. По ряду оценок, в 1937–1938 гг. в Ленинграде было арестовано более 100 физиков [1]. Сорок два физтеховеца были осуждены и одиннадцать из них погибли. Ущерб, нанесенный отечественной науке безвременной потерей таких ученых как М.П. Бронштейн, Л.В. Шубников, В.К. Фредерикс, А.П. Константинов и др. беспределен.



Бронштейн М.П. — известен классическими работами в области релятивистской квантовой теории, астрофизики, космологии и теории гравитации. Арестован в 1937 г., расстрелян в 1938 г. Реабилитирован в 1957 г.



Фредерикс В.К. — основатель школы молекулярной физики полимеров, жидких кристаллов. Им открыты *переход Фредерикса*, *критическое поле Фредерикса* и другие эффекты. Арестован в 1936 г., умер в 1944 г. Реабилитирован в 1956 г.



Константинов А.П. — ученый-изобретатель — автор создания передающей телевизионной трубки с накоплением зарядов. Был арестован в 1936 г. по «пулковскому делу». В 1937 г. осужден и расстрелян. Реабилитирован в 1956 г.

Нельзя недооценивать напряженный труд ученых-физиков в тот период, которые активно и созидательно работали для своей страны под гнетом непонимания обстановки в стране, страха непредсказуемого, неоправданного ареста, принудительного предательства. И это одна из основных черт советского общества довоенной поры, требующая глубокого исследования современных историков и социологов.



Памятник на месте проведения работ по размагничиванию кораблей Черноморского флота в годы войны, Севастополь, бухта Голландия. Фотография В.А. Козлова, 2010

Начавшаяся в 1941 году война с Германией проявила еще один феномен советского социума — сплочение общества в трудный для страны период. В Музее Физтеха удалось собрать воедино материалы из научных и личных архивов. Экспозиция музея напоминает, как в военные годы 24 сотрудника института работали на всех флотах нашей необъятной родины над размагничиванием кораблей от немецких магнитных мин. Они разработали «систему ЛФТИ», и ни один корабль, прошедший процедуру размагничивания днища корабля по этой системе, не подорвался на mine. Шесть человек из этой группы в 1942 году получили Сталинские премии 1-й степени за свой научный и гражданский подвиг. Работа в военных условиях закалила дух ученых, двое из них, И.В. Курчатов и А.П. Александров, впоследствии стали во главе Атомного проекта СССР, а В.М. Тучкевич — директором Физтеха на долгие двадцать лет. На месте проведения работ по размагничиванию кораблей Черноморского флота в Севастополе установлен памятник (1976 г.).

Большой интерес у посетителей музея вызывает выставка, посвященная блокадному подвигу ученых Физтеха во время Великой Отечественной войны. Многие исследования, направленные на оборону страны, были предприняты А.Ф. Иоффе еще в предвоенные годы (создание системы размагничивания кораблей, радиолокационных установок, упрочнение танковой брони и т.д.). Но

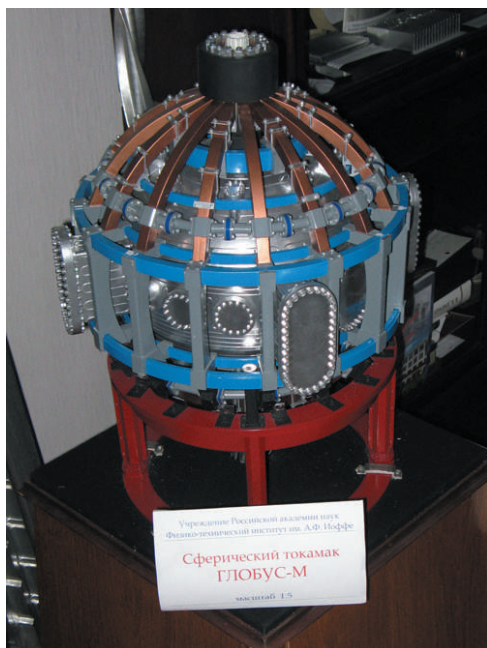


Ж.И. Алфёров в Музее ФТИ, 2010 г.

никто не мог предположить возможность блокады города и необходимость использования льда Ладожского озера как единственного пути, соединяющего Ленинград с остальной страной. Именно в музее, на основе экспозиции «Вклад в победу» приходит понимание роли ученых института, создавших прибор, «прогибограф», который обеспечивал работу ледовой трассы — Дороги жизни в блокадные зимы [2]. Физтеховцы трудились, не обсуждая ни национальность коллег, ни их, пусть скрытых, религиозных пристрастий. В тот момент преобладало только гражданское единство — все силы (а порой, и через силы!) на приближение дня победы над врагом. Дорога жизни — это единственный в мире пример уникальной ледовой трассы для снабжения и спасения большого города.

Благодаря собранным в музее материалам в 2012 году была издана книга «Трудный путь к Победе. Физтеховцы о днях войны» [3].

Организация работы над советским атомным проектом с 1943 года, в котором участвовали ученые Физтеха, продемонстрировала еще один феномен — абсолютно выраженные совместные усилия власти и ученых при выполнении государственной задачи. Холодная война в разгаре, мир стоит на пороге новой мировой войны, и власть дает полный карт-бланш ученым-атомщикам для скорейшего создания и испытания атомной бомбы. Ученые школы Иоффе под руко-



Среди предметных экспонатов музея особое внимание привлекает макет (1:5) современного сферического токамака Глобус-М — прибора для создания высокотемпературной плазмы с ориентацией на будущие термоядерные установки. Сам Глобус-М, работает в Физтехе и является прообразом компактных термоядерных реакторов

водством И.В. Курчатова в 1943 году составили ядро лаборатории № 2 (ныне — Институт им. И.В. Курчатова). Коллектив лаборатории за короткий срок совершил небывалое — в августе 1949 года была взорвана первая советская атомная бомба. В докладе Сталину о предварительных данных, полученных при испытании атомной бомбы [4], подписи академика И.В. Курчатова, научного руководителя проекта, председателя Специального комитета при Совете министров СССР, и Л.П. Берии, административного руководителя проекта, стоят рядом, почти касаясь друг друга. Наука и власть добились успеха в атомном проекте только путем совместных усилий. Взрыв вслед за американцами (1945 г.) советской атомной бомбы в августе 1949 года, привел к созданию паритета ядерных сил двух великих держав, который действует до сих пор. И об этом напоминают не только материалы музейной экспозиции, но и новая книга «Физтех и советский атомный проект» [5], созданная на основе архивных и музейных данных, а также воспоминаний непосредственных участников работ тех лет.

Несмотря на успешную реализацию атомного проекта, уже в следующем, 1950 году, в разгар «борьбы с космополитизмом», А.Ф. Иоффе был снят с должности директора ФТИ. Научный труд стали оценивать по идеологическим соображениям, а исследователи снова «обрели» национальность. Научное сообщество было искусственно разделено на «своих и чужих».

С середины 50-х годов, после смерти Сталина, почти сорок лет прошли в



Прибор, работавший в космосе: оптический прибор ТИГР — телевизионный интерференционно-голографический регистратор на поверхности иллюминатора, разработанный и сделанный руками физтеховцев, побывавший в космосе на корабле «Мир» в 1987 году

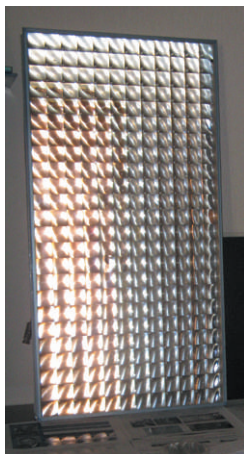
сравнительно благополучном для науки режиме — активно развивались исследования полупроводников, началась эпоха освоения космоса, вышли в стране из подполья генетика и кибернетика.

В 1990-е годы в новой России отношение власти к науке изменилось — в руководстве наступил период непонимания важности фундаментальных исследований. Занятия наукой для молодежи перестали быть престижными, кадровый состав науки старел, истощалась техническая база исследований. Ученые уезжали за границу для заработка и реализации научных интересов, а оставшиеся учились жить в системе скудного грантового финансирования. Однако Физтех сохранился и продолжал исследования на мировом уровне.

Часть экспозиции музея ФТИ отражает научную жизнь начала XXI века.

На большом столе в центре зала располагаются временные выставки, посвященные значительным событиям в истории страны и института. Из документов, рассекреченных недавно, физтеховцы и гости нашего института узнали, что ученые двух лабораторий под руководством Ю.А. Дунаева и А.П. Обухова принимали участие в подготовке полета Гагарина. Ими было создано покрытие под названием «обмазка Дунаева», которым покрывали поверхность спускаемых аппаратов, что позволяло благополучно проходить плотные слои атмосферы при возвращении на землю.

Через призму представленных в музее материалов мы вглядываемся в прошлое. Музейная экспозиция отражает изменения в мире и обществе, собирая воедино личности и события. Материалы музея демонстрируют высокие приме-



Одна из новых экспозиций посвящена теме «Солнечное будущее России начинается в Физтехе». Солнечные элементы на основе арсенида галлия, разработанные в институте более 50-ти лет назад, использовались на космических аппаратах «Луноход», «Мир», и с 2010 года — на спутниках «ГЛОНАСС»

ры нравственности ученых и самоотверженного труда в сложные периоды жизни страны.

Музей все помнит, многое знает и дает урок коллективной памяти сотрудникам Физтеха и молодежи, решившей посвятить жизнь науке, а также гостям института.

Двери музея всегда открыты!

Литература

- [1] P. Josephson, *Physics and Politics in Revolutionary Russia*, Berkely (1991), P. 308.
- [2] *Физико-технический институт в годы Великой Отечественной войны*, Санкт-Петербург, Наука (2006) 220 с.
- [3] *Трудный путь к победе. Физтеховцы о днях войны*, СПб.: Изд-во Политехн. ун-та (2012) 434 с.
- [4] *Атомный проект СССР: Документы и материалы: В 3 т.* Под общ. ред. Л.Д. Рябева. Саров: РФЯЦ-ВНИИЭФ (1999) 719 с.
- [5] *Физтех и советский атомный проект*. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та (2018) 661 с.

ЭТО ИНТЕРЕСНО

Немцы были первыми

В.А. Овсянников

*Погибшим при этом испытании военнопленным
посвящаю*

Я выбрал свою профессию еще в школе. Это будет современная физика. Мы окончили школу весной 1953 года и уже тогда знали многое о ядерной физике и о ядерных бомбардировках городов Хиросима и Нагасаки. Трое из нашего класса поступили на физико-механический факультет Ленинградского политехнического института и какое-то время все работали в учреждениях Минатома.

Историю развития ядерной физики мы знали не только по учебникам, но и по рассказам старших коллег. В последнее время в открытой литературе стали появляться мемуары российских и зарубежных физиков-ядерщиков и других специалистов, принимавших участие в этих работах [1–3]. Но во многих из них чувствуется желание придать своим работам миролюбивый или даже благородный характер.

Немецкие ученые и физики, и химики, сделали для развития этого направления науки очень много. Можно сказать, что перед началом Второй мировой войны они уже наметили и начали осуществлять свою программу развития ядерной физики с использованием ядерной энергии для создания сверхмощного оружия. При этом, в отличие от физиков других стран, они уже перед войной пользовались поддержкой Министерства вооружений [4].

В СССР перед войной тоже были специалисты по ядерной физике в Ленинграде и в Харькове. Уже через много лет после войны в Харькове, в одном из физических журналов, вышедшем перед войной, обнаружилась статья с описанием принципа действия и чертежом атомной бомбы. Но «в своем отечестве нет пророков», и на нее не обратили внимания.

Потребовалось письмо с фронта лейтенанта Г. Флёрова товарищу Сталину И.В., чтобы ядерная физика получила поддержку Правительства. Такая же история повторилась и с американским Манхэттенским проектом — Н. Бору потребовалось обратиться к А. Эйнштейну с просьбой, написать личное письмо Президенту США Рузвельту. Таким образом, США и СССР в своих ядерных (урановых) проектах на два года отставали от Германии.

Можно считать, что начало целенаправленных работ по ядерному проекту в Германии пришлось на 1940 год [5–6]. К этому году Германия имела все условия для получения положительного результата: высококвалифицированный коллектив ученых-ядерщиков, запасы урана на своей территории, высокий уровень научного приборостроения и промышленности для создания новых видов вооружения. Все это объединялось поддержкой Правительства Третьего рейха, которое стремилось к мировому господству.

Список немецких ученых-ядерщиков того времени состоит из фамилий нескольких десятков выдающихся ученых, от Гейгера и Мюллера, создателей счетчиков частиц высокой энергией, до Гана и Мейтнер, открывших деление ядер урана.

Немецкие фирмы ежегодно добывали тонны природного урана [4]. Из бухгалтерских книг фирмы «Юнбор миньерс», захваченных союзниками, известно, что немецкие физики купили 60 т урана еще в 1940 году, затем в 1942 г. — 115 т, в 1943 г. — 610 т, руды и 17 т урана в сплавах, а также 110 т отходов природного урана и 140 т очищенного урана. Это количество урана позволило немцам построить и запустить в Германии несколько ядерных реакторов. Для замедлителя нейтронов в реакторах немцы использовали тяжелую воду, обогащенную дейтерием, которую они получали из Норвегии. Но в конце войны этот завод взорвали союзники. Тогда немцы сначала использовали накопленные запасы, а затем построили свой завод по производству тяжелой воды.

При строительстве атомных реакторов в Германии уже использовался графит, как отражатель нейтронов. После войны союзники захватили уцелевшие реакторы и вывозили из Германии уран грузовиками [3], а СССР вывозил немецкий уран по железной дороге бочками [7]. Первая советская атомная бомба была сделана из немецкого урана [2].

В начале войны немецкие ученые не имели трудностей с созданием любых установок и устройств. Задачу разделения изотопов, в частности получения урана-235, они решили двумя способами: первый — центрифугирование газообразного фтористого урана на специальных ультрацентрифугах, разработанных Вильгельмом Гротом. Летом 1944 г. Манфред фон Арденне (нем. Manfred von Ardenne) запустил новый метод — электромагнитное разделение урана-238 от урана-235 [8].

С 1942 года эти работы проводились в обстановке строжайшей секретности, тем не менее они подробно описаны во многих мемуарах [5–6]. В октябре 1941 г. в Копенгагене состоялась встреча Н. Бора и В. Гейзенберга, на которой Гейзенберг сообщил, что немцы уже работают над созданием ядерного оружия [3].

К 1943 году работы по ядерному проекту в Германии были развернуты широким фронтом. Но они не координировались единым центром.

4 июня 1943 г. в Берлине состоялось совещание Военно-промышленного совета при Министерстве вооружений, на котором выступил Вернер Гейзенберг (нем. Werner Karl Heisenberg) с подробным докладом о возможностях ядерных реакторов в мирное и в военное время. На этом совещании фельдмаршал Э. Мильх спросил Гейзенберга: «Какой величины должна быть бомба для уничтожения целого города?» Гейзенберг ответил: «Примерно размером с ананас». Это свидетельствует о том, что эксперименты по определению «критической массы урана» физиками были завершены.

В 1943 году приказом Гимлера с фронта были отозваны 5000 ученых, при этом продолжал действовать приказ о прекращении всех научных работ, которые не могут быть использованы в военных целях [5].

По ряду источников первый пожар произошел на реакторе L-III 3 февраля 1942 года. Более серьезный пожар произошел на реакторе L-IV. 23 июня 1943 г. Гейзенберг и его помощник Депель проводили эксперимент по разгону реактора. В две алюминиевые полусферы, стягиваемые стальными болтами, бы-

ло загружено 750 кг порошкового металлического урана; радио-бериллиевый источник нейтронов был размещен в герметичной трубке в центре шара, который опустили в реакторную емкость с тяжелой водой. Гейзенберг и Депель наблюдали, как этот шар стал постепенно расширяться и взорвался с последующим пожаром. Ученые успели спастись бегством. Для ликвидации пожара пришлось срочно вызывать пожарную команду [4]. Так в Германии произошел «мини-Чернобыль», за 53 года до трагедии в Украине.

На реакторах велись работы по определению критической массы урана [5–6]. В США это делал Луис Злотин (англ. Louis Alexander Slotin), в СССР — Ю.Б. Харитон.

В 1943 г. работы по ядерной программе в Германии были реорганизованы, и во главе управления работами поставлен комитет, в который не вошел ни один крупный ученый [5]. Значит, военным ученые уже были не нужны. Они знали все параметры «ядерной бомбы» сами, оставалось только ее сделать и испытать.

Известно, что в июле 1944 года всех немецких физиков освободили от воинской службы отдельным приказом Гимлера [5–6]. Однако в большинстве мемуаров по немецкой ядерной программе о событиях с начала 1944 года — тишина. Уже это подозрительно.

Я постарался собрать все официальные сведения о возможности Германии произвести ядерный взрыв уже в 1944 году, и, наконец, нашел этому следующие официальные подтверждения. 5 августа 1944 г. А. Гитлер выступил перед дипломатами своих союзников с сообщением, что Германия обладает четырьмя видами новых вооружений: 1. ФАУ-1, 2. ФАУ-2 и 3. бомбой гигантской разрушительной силы, уничтожающей все живое на расстоянии 3–4 км. По словам представителя Румынии, который присутствовал на этом совещании и дожил до взрывов атомных бомб над Хиросимой и Нагасаки, Гитлер привел характеристики этой бомбы нового типа, которые характерны только для атомного оружия [8].

Обычные взрывчатые вещества наносят поражающий эффект за счет ударной волны, которая распространяется от центра взрыва на расстояние в десятки метров и осколков материала оболочки. Осколки и части разрушенных ею предметов могут оказывать поражающее действие на большее расстояние, но не превышающее нескольких сотен метров, если это не «направленный взрыв». Скорость поражения в этих случаях не превышает скорости звука в воздухе.

Ядерное оружие имеет принципиальное отличие в том, что продукты ядерного взрыва имеют столь высокую температуру, что они испускают тепловое излучение, которое распространяется в воздухе со скоростью света и способно уже в первые секунды производить поражающее действие. Его действие ослабляется по закону $1/R^3$, где R — расстояние от центра взрыва. Кроме радиационного поражения, при ядерном взрыве также возникает ударная волна. Поэтому для ядерного оружия радиусы теплового (лучевого) поражения и радиус разрушения (поражения) зданий и военной техники от ударной волны различны.

В 2014 году в России вышла книга «История СГАО “Висмут”». Уран для мира» [9], в которой есть раздел: «Как далеко зашла Германия в создании атомного оружия». К этому времени уже были рассекречены многие материалы, имеющие отношение к созданию ядерного оружия, но не все. В связи с важностью этого сообщения привожу его полностью:

«Состояние дел в германском атомном проекте беспокоило советское руководство, но объективных свидетельств о реальном положении дел по разработке немецкими специалистами атомного оружия у Советского Союза не было. И этот факт вызывал еще большую обеспокоенность. О степени информированности советского руководства в определенной мере свидетельствует аналитическая записка по этому вопросу, направленная для ознакомления А.П. Завенягину сразу после разгрома Германии.

В последние годы появилась информация о проведенных испытаниях ядерных зарядов Третьим рейхом. Приводятся сведения о докладах советской контрразведки и немногочисленные свидетельства местных жителей о двух сверхмощных взрывах на полигоне Ордруф (Тюрингия) и о вспышках «ярче солнца» и грибовидных столбах пламени высотой около 1 километра. Также приводится официально неподтвержденный факт первого успешного испытания 12 октября 1944 г. атомного заряда на острове Рюген в Балтийском море, проведенного военно-морским ведомством Третьего рейха.

Немецкий историк Райнер Карлш приводит два донесения из Германии советской военной разведки (ГРУ). В первом документе, датированным 15 ноября 1944 г., речь шла о подготовке к испытаниям нового оружия, осуществляемой под контролем СС. В нем, в частности, говорилось: «Немцы намереваются провести испытания нового секретного оружия большой разрушительной силы».

В условиях соблюдения строжайшей секретности в Тюрингии готовятся взрывы бомб необычной конструкции» [9].

Ни подробности конструкции этих бомб, ни предполагаемые сроки испытаний информатору были неизвестны. Второе донесение, полученное 23 марта 1944 г., было еще тревожнее: «В последнее время немцы провели в Тюрингии два крупных взрыва. Они прошли в лесном массиве, в условиях строжайшей секретности. Испытания в Тюрингии привели к тотальным разрушениям в радиусе 500–600 метров. В частности, были полностью разрушены специальные экспериментальные бетонные сооружения вокруг эпицентра взрыва, в радиусе 600 метров зафиксированы сплошной вывал леса и сильный радиоактивный эффект. В том числе были убиты несколько сотен советских военнопленных (около 700 человек), на которых испытывали эту мини-бомбу, причем некоторые из них сгорели без следа... Бомба предположительно содержит уран-235, и вес ее равен двум тоннам. Бомба представляет собой шар диаметром 130 сантиметров» [9].

Глава военной разведки генерал-лейтенант И.И. Ильичев передал, полученные из Германии разведдонесения научному руководителю атомного проекта И.В. Курчатову, который, проанализировав информацию, доложил о ней И.В. Сталину. Реакция Сталина на доклад неизвестна. Но было очевидно, что оружие, находящееся в стадии испытаний, не сыграло в советских военно-стратегических расчетах никакой роли. Тем не менее, сразу после окончания войны в Тюрингию по инициативе Курчатова направили небольшую экспедицию во главе с Георгием Флёровым, которому на месте предстояло разобраться, что стояло за сообщениями разведки. Однако выполнить задание не удалось, так как эту территорию удерживали американцы. Позже интерес к этому делу пропал.

И вот, спустя почти пятьдесят лет Райнер Карлш привлек для сотрудничества Уве Кайзера из Федерального института физики и технологии, который

протестировал образцы почв из предполагаемого района взрыва и пришел к выводу, что уровень радиоактивного загрязнения аномально высок. Таким образом, можно сказать, что Германия стояла ближе к атомной бомбе, чем считалось раньше.

Во время Нюрнбергского процесса нацистский министр вооружения А. Шперер рассказал о своих усилиях форсировать подготовку атомного оружия. Его спросили, как далеко зашла Германия в работах по созданию атомного оружия. «Нам потребовалось бы еще год-два, чтобы расщепить атом» — ответил он [9].

Я, как специалист по экспериментальной ядерной физике, могу утверждать, что в этом донесении советской военной разведки перечислены все признаки взрыва ядерного устройства средней мощности, произведенного на земле, возможно, с кабельным или радиоуправлением. Отличие взрыва в Тюрингии от взрывов в Японии лишь в том, что в марте в горном лесу еще зима, а в Японии в августе — лето. Поэтому в Тюрингии были разрушены бетонные сооружения в радиусе 600 метров и сгорели люди. В Японии разрушились кирпичные сооружения, сгорели люди и одноэтажные деревянные дома.

Превратить взорванное устройство в оружие, транспортируемое по воздуху (в атомную бомбу) — это несколько дней работы, так почему же немцы этого не сделали?

Возможно (по мнению автора) после этого испытания этот полигон подвергся ковровой бомбардировке авиацией союзников, при которой все здания на земле были уничтожены. Имевшиеся в запасе ядерные заряды немцы хранили в подземных хранилищах — тоннелях, входы в которые при таких бомбардировках оказались засыпанными. Их раскопали только после войны.

Отчет об успешном испытательном взрыве ядерного оружия, естественно, был послан в Министерство вооружения, а из него — прямо А. Гитлеру. Становится понятно, как фюрер узнал и сообщил иностранным дипломатам летом 1944 года об особенностях взрыва атомных бомб.

Только после взрывов американских бомб над Хиросимой и Нагасаки в августе 1945 г., при которых испарялись люди без следа (см. книгу «Тени на мосту Аллой») на расстоянии десятков метров от эпицентра взрыва, румынский дипломат сделал официальное заявление, что он лично от Гитлера в 1944 году слушал об этих характеристиках атомного оружия.

Возникает вопрос, почему об этом взрыве не узнала Англия? В книге Р.В. Джонса «Наиболее засекреченная война» [3] есть целая глава «Ядерная энергия», в которой детально описаны все работы немцев по атомному проекту, но только до начала 1944 года. По словам Джонса, начиная с 1944 года, британская разведка лишь помогала американской миссии «ALSOS» собирать сведения о немецких ядерных исследованиях. Основной интерес американцы проявляли к району Хэчинген, где работали немецкие физики во главе с В. Гейзенбергом. Этот район периодически фотографировался с самолетов. По словам Джонса, только «в конце ноября 1944 года на снимках вблизи Хэчингена было зафиксировано необычное строительство: ряд заводов, вблизи — ряд лагерей для военнопленных. . . Мы имели такое чувство, что такая активность связана с очевидностью, что Хэчинген заставляет нас поверить, что немцы делают в последний момент фанатичные усилия взорвать атомную бомбу» [3].

Когда я еще раз внимательно перечитал эту главу «Атомная энергия», по-

нял — в этой книге сознательно сделано все, чтобы у читателей даже не возникли подозрения об искусной перестановке двух цифр в дате, в типично английском стиле. Руководитель английской воздушной разведки пишет, что воздушная разведка фиксировала все новые строительные объекты, обращая внимание на количество электроэнергии и воды, которое к ним подводится. Так описано (и сообщено американцам) о заводе по разделению изотопов. Далее завод немедленно разрушается ковровой бомбардировкой. Но при этом подробно описывается мелкий скандал из-за того, что американцы сразу увезли в США немецкие документы по ядерному оружию, не дав англичанам даже снять с них копии. Немцы проводят ядерные взрывы с высотой пламени 1 км, а летчики союзников их «не видят»! Но признать, что англичане о них знали, означает отнять у американцев первенство в изобретении этого страшного оружия. Разница всего небольшая: не в конце ноября 1944 года англичане узнали о немецких атомных заводах и разбомбили их, а в марте 1944 года.

Теперь можно объяснить тот факт, что все первые атомные бомбы: немецкая, американская и советская имели диаметр около 130 см и давали примерно один и тот же поражающий эффект. Немцы сделали свою бомбу, американцы свою бомбу сделали по немецким чертежам, но достали их уже после немецких успешных испытаний. Советские физики делали бомбу, используя и немецкий опыт по разделению изотопов (группа Фон Ардене) [8], и добытые разведкой сведения об американской бомбе [1].

23 ноября 1944 г. эти снимки были показаны начальнику разведки, который показал их самому Черчиллю. На снимках были однотипные здания, протянувшиеся на 20 миль. Когда эти снимки дошли до генерала Гровса, военного руководителя американского атомного проекта, он сразу заявил, что это завод по разделению изотопов — «немецкий Оак Ридж». Из аэрофотоснимков завода вблизи Штутгарта (стандартные корпуса, построенные в конце войны уско-



Демонтаж немецкого экспериментального ядерного устройства английскими специалистами в Хайгерлох (50 км на юго-запад от Штутгарта), апрель 1945 г.



Роберт Джонс с семьей у Букингемского дворца, 1946 г.

ренными темпами) был сделан вывод — это завод по серийному производству ядерного оружия. Он был уничтожен авиацией, и таким образом, конец немецкого атомного проекта был предreshен [3]. Но серийное производство начинают только после испытаний полномасштабных образцов. Значит, англичане либо не заметили его, либо не пишут о нем сознательно.

Вместе с войсками по Германии двигались сотрудники миссии «ALSOS», у которых было две задачи: первая — собрать все сведения о немецком атомном проекте, взять в плен максимальное количество ученых, принимавших участие в этих работах, и вторая — «тщательно зачистить все следы, чтобы в освобожденной Европе ничто не напоминало о немецких работах по ядерному оружию» [5].

«В конце апреля 1945 г. американские войска приблизились к Хечингену, и миссия «ALSOS» двинулась к ним. Кроме немецких физиков и их экспериментального оборудования, включая частично построенное ядерное устройство (pile) там было много документов. Я потребовал, чтобы документы были в Лондоне, и получил согласие на ознакомление с ними в течение 24 часов. Но реально они были отправлены прямо в Америку» [3].

О дальнейшей судьбе захваченных американцами немецких ядерных документов Джонсу, по его словам, не известно. Но то, что американцы имели возможность перед своими ядерными взрывами ознакомиться с документами по ядерному устройству Германии и общаться с немецкими физиками-ядерщиками,



В.А. Овсянников в музее ядерного оружия, г. Саров, 2013 г.

из этой книги становится очевидным [3].

Как упоминалось выше, первая советская атомная бомба была сделана по аналогии с американской, поэтому диаметр первых атомных бомб примерно равен 130 см. Такой же диаметр был у немецкого ядерного устройства, взорванного немцами в марте 1944 г.

Когда настоящая статья уже находилась в редакции, по Центральному телевидению России, каналу ОТР — Общественное телевидение России — 31 октября 2018 г. в программе «Искатели приключений» был показан небольшой сюжет о поиске золотого гребня балерины М. Ксешинской. Этот гребень, изготовленный из 100% чистого золота, пропал во время войны, и его фотографии помещались в учебниках истории. Предполагали, что нацисты вывезли его из России в специальном «золотом эшелоне», следы которого затерялись в Тюрингии. Этот поезд нашли засыпанным в одном из ущелий, но золотого гребня там не было. Рассказывая эту историю, диктор телевидения неожиданно сообщает: «В ходе этих поисков было обнаружено подземное хранилище немецкого ядерного оружия». Далее на несколько секунд на экране возникают контуры свода подземного тоннеля с двумя, по всей видимости, металлическими шарами.

Эти шары я узнал сразу: в Сарове, в музее атомного оружия я стоял рядом с одним таким шаром — это была первая советская атомная бомба. Так через 75 лет склад немецких ядерных бомб был показан на весь мир по Российскому телевидению.

Литература

- [1] Негин Е.А. и др. *Советский атомный проект: конец атомной монополии*, Рос. Федер. Ядерн. Центр — ВНИИЭФ (2012) 214 с.
- [2] *Научное наследие лауреата Нобелевской премии академика Н.Н. Семенова в советском атомном проекте. [1945–1953]: документы, воспоминания*, состав. Г.В. Киселев. ФГУПРФЯЦ-ВНИИЭФ — Саров (2015) 407 с.
- [3] R.V. Jones, *Most Secret War*, Cornet Books, Hodder and Stoughton (1979) 792 p.
- [4] А.И. Иойрыш, И.Д. Морохов, С.К. Иванов, *А-бомба*, М. Наука (1960).

-
- [5] Д. Ирвинг, *Атомная бомба Адольфа Гитлера: Сверхсекретное оружие вермахта*, (2004) Шифр хранения 6 2004-3/1996.
- [6] Д. Ирвинг, *Атомная бомба Адольфа Гитлера: Вирусный корпус*, 200, Шифр хранения 2006-3/29846.
- [7] В.А. Овсянников, *Бессмертный полк*, Сб. «Физтех и советский атомный проект», СПб. Из-во Политехнического университета (2018) с. 510.
- [8] П.И. Первушин, *Атомный проект: история сверхоружия*, СПб, Амфора, (2015) 445 с.
- [9] *История СГАО «Висмут. Уран для мира» «PNB PRLNT»*, Ясмили, Латвия (2014).

Сведения об авторах

Александров Евгений Борисович, главный научный сотрудник, заведующий лабораторией атомной радиоспектроскопии ФТИ (с 1999 г.), начальник лаборатории радиооптической спектроскопии НПК «Государственный оптический институт им. С.И. Вавилова», академик РАН; доктор физ.-мат. наук, профессор, главный редактор журнала РАН «Оптика и спектроскопия».

Амусья Мирон Янкелевич, главный научный сотрудник сектора теории твердого тела, доктор физ.-мат. наук, профессор; с 1998 г. профессор Еврейского университета в г. Иерусалиме (Израиль).

Березин Арсений Борисович, работал в ФТИ в 1952–1987 гг., ученый секретарь комиссии по международным научным связям института (с 1966 г.); писатель-прозаик.

Ванягина Елена Ивановна, ведущий библиотекарь сектора КИБРИК отдела Библиотеки Академии наук при ФТИ.

Варшалович Дмитрий Александрович, главный научный сотрудник сектора теоретической астрофизики ФТИ, академик РАН; доктор физ.-мат. наук, профессор; заведующий кафедрой космических исследований СПб ПГУ (с 2003 г.); лауреат Государственной премии в области науки и технологий (2008).

Витман Рената Федоровна, старший научный сотрудник научного архива ФТИ, кандидат физ.-мат. наук; хранитель музея ФТИ.

Гринберг Сергей Анатольевич (1946–2018), архитектор, дизайнер.

Гуман Вероника Николаевна, ведущий математик ОНТИ ФТИ, кандидат физ.-мат. наук.

Гуревич Симха Беркович, научный советник ФТИ, в 1966–1988 гг. заведующий лабораторией оптоэлектроники и голографии ФТИ, доктор физ.-мат. наук, профессор, Заслуженный деятель науки РФ.

Гурин Владимир Николаевич, ведущий научный сотрудник лаборатории физики профилированных кристаллов ФТИ, доктор химических наук, профессор.

Дьяков Борис Борисович, старший научный сотрудник лаборатории физической газодинамики ФТИ, кандидат физ.-мат. наук; историк науки и техники.

Ипатовая Ия Павловна (1923–2003), главный научный сотрудник лаборатории неравновесных процессов в полупроводниках ФТИ, доктор физ.-мат. наук, профессор, член комиссии Международного союза чистой и прикладной физики (IUPAP), член бюро Совета по физике конденсированного состояния Европейского физического общества.

Коноплева Раиса Федоровна (1929–2019), работала в ФТИ в 1954–1966 гг., главный научный сотрудник Петербургского института ядерной физики, доктор физ.-мат. наук, профессор.

Косарев Владимир Валентинович, старший лаборант ИПАН (1968–1972), с 1972 г. научный сотрудник ФТИ, кандидат физ.-мат. наук; в 1990 г. депутат Горсовета, в настоящее время сотрудник лаборатории прикладной математики и математической физики.

Куликов Геннадий Сергеевич, старший научный сотрудник лаборатории диффузии и дефектообразования, заместитель Ученого секретаря ФТИ, кандидат физ.-мат. наук.

Лизункова Ирина Степановна, работала в ФТИ 1966–2008 гг., старший научный сотрудник ФТИ, кандидат физ.-мат. наук.

Матвеев Борис Анатольевич, главный научный сотрудник лаборатории инфракрасной оптоэлектроники ФТИ, доктор физ.-мат. наук.

Михайлова Майя Павловна, главный научный сотрудник лаборатории инфракрасной оптоэлектроники ФТИ, доктор физ.-мат. наук, профессор.

Моисеев Константин Дмитриевич, ведущий научный сотрудник ФТИ, доктор физ.-мат. наук.

Мясникова Любовь Петровна, ведущий научный сотрудник лаборатории физики прочности ФТИ, кандидат физ.-мат. наук.

Овсянников Виктор Андреевич, ведущий научный сотрудник лаборатории интегральной оптики на гетероструктурах ФТИ, доктор технических наук, действительный член Академии медико-технических наук, награжден золотой медалью им. А. Чижевского.

Ордин Станислав Владимирович, старший научный сотрудник лаборатории физики полупроводниковых приборов ФТИ, Заслуженный изобретатель СССР.

Парыгина Марина Феликсовна, заведующая отделом Библиотеки Академии наук при ФТИ.

Трапезникова Инна Владимировна, библиотекарь сектора КИБРИК отдела Библиотеки Академии наук при ФТИ.

Шергин Андрей Петрович, Ученый секретарь ФТИ, доктор физ.-мат. наук, профессор.

Яковлев Юрий Павлович, главный научный сотрудник лаборатории инфракрасной оптоэлектроники ФТИ, доктор физ.-мат. наук, профессор.

Содержание

К читателю	3
О Валерии Георгиевиче Григорьянце, заведующем ОНТИ, ответственном редакторе серии изданий «Из истории ФТИ им. А.Ф. Иоффе»	4
Открытие полупроводников A^3B^5 : физические свойства и применение <i>М.П. Михайлова, К.Д. Моисеев и Ю.П. Яковлев</i>	6
Об исследовании комет в Физико-техническом институте <i>И.С. Лизункова</i>	40
Проект «Минигаз» <i>Б.А. Матвеев</i>	47
Юрий Николаевич Денисюк — основоположник голографии в СССР и первооткрыватель объемной голографии в мире <i>С.Б. Гуревич</i>	58
Из воспоминаний «Смысл жизни (памяти Льва Термена посвящается)» <i>С.В. Ордин</i>	64
Приветствие участникам фестиваля «Дни Термена в Санкт-Петербурге» <i>Ж.И. Алфёров</i>	66
Человек из Физтеха (О Льве Сергеевиче Термене) <i>Р.Ф. Витман</i>	67
История отдела методологии науки ленинградского ФТИ <i>В.В. Косарев</i>	78
Физики-теоретики ФТИ (к столетию института) <i>М.Я. Амусья</i>	95
Первые шаги в науке с Александром Павловичем Обуховым <i>В.Н. Гурин</i>	115
Лаборатория В.М. Тучкевича в середине 50-х годов <i>Р.Ф. Коноплева</i>	117
Русинов Лев Ильич <i>Д.А. Варшалович</i>	120
Незаслуженно забытые <i>А.Б. Березин</i>	122
Библиотека ФТИ <i>М.Ф. Парыгина, Е.И. Ванягина и И.В. Трапезникова</i>	127
Аспирантура ФТИ <i>Б.Б. Дьяков</i>	137

Научно-образовательная система ФТИ <i>А.П. Шергин</i>	140
My way to IT technology from the beginning <i>В.Н. Гуман</i>	146
История создания криогенной станции в Физико-техническом институте ..	149
Международные научные связи Физтеха в годы холодной войны. Записки ученого секретаря Совета по международным научным связям ФТИ в 1966–1976 гг. <i>А.Б Березин</i>	155
Проблемы обороны страны и Физтех. (Кратко об истории гонки вооружений) <i>В.В. Косарев</i>	161
Минус 50 <i>Л.П. Мясникова</i>	213
Женщины-физики в России <i>И.П. Ипатова</i>	220
Из истории ФТИ <i>Б.Б. Дьяков и Г.С. Куликов</i>	224
Дом родной <i>С. Гринберг</i>	230
Наша жизнь на Ольгинской, 12 и на Приютской, 1 <i>Е.Б. Александров</i>	235
Научный музей как элемент коллективной памяти <i>Р.Ф. Витман</i>	244
Немцы были первыми <i>В.А. Овсянников</i>	255
Сведения об авторах	264

**Из истории ФТИ им. А.Ф. Иоффе.
Выпуск 8.
Физтех в лицах и событиях**

Физико-технический институт им. А. Ф. Иоффе РАН

194021, Санкт-Петербург, Политехническая, 26

Издательская лицензия ЛР № 040971 от 16 июня 1999 г.

Подписано к печати 30.09.2019. Формат $70 \times 100 \frac{1}{16}$. Бумага офсетная. Гарнитура

Сабон. Печать офсетная. Уч.-изд. л. 16,14

Тираж 500 экз. Тип. зак. № ???.

Отпечатано в типографии ФГБУ «ПИЯФ» НИЦ «Курчатовский институт».