

ATOM

No 38'2008



В 2008 году



*Исполняется 100 лет со дня рождения
создателя термоядерного оружия США
Э. ТЕЛЛЕРА*



*Исполняется 80 лет со дня рождения
академика, 1-го заместителя научного
руководителя РФЯЦ-ВНИИТФ
Л. П. ФЕОКТИСТОВА*



*Исполняется 80 лет физику-теоретику,
доктору физ.-мат. наук, разработчику
отечественного термоядерного оружия
Г. А. ГОНЧАРОВУ*



*Исполняется 90 лет организатору
библиотечного дела в РФЯЦ-ВНИИЭФ
(с 1948 г.), долгие годы возглавлявшей
научно-техническую библиотеку ВНИИЭФ,
Е. М. БАРСКОЙ*

АТОМ

НАУЧНО-
ПОПУЛЯРНЫЙ
ЖУРНАЛ

38'2008

В НОМЕРЕ:

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ

- | | | |
|----------|--|--|
| 2 | <i>С. Н. Абрамович,
В. И. Серов</i> | Электростатические ускорители
Ван де Граафа |
| 7 | <i>С. И. Герасимов,
В. А. Викторов</i> | Теневое фотографирование
в экспериментальной аэродинамике |

ГРАВИТАЦИЯ

- | | | |
|-----------|----------------------|-----------------------------|
| 9 | <i>А. Ф. Иоффе</i> | Альберт Эйнштейн |
| 12 | <i>А. А. Логунов</i> | Теория гравитационного поля |

ЯДЕРНАЯ ЭНЕРГИЯ

- | | | |
|-----------|-------------------------|------------------------------------|
| 18 | <i>Л. П. Феоктистов</i> | России нужна новая энергетика |
| 20 | <i>Г. А. Гончаров</i> | Клаус Фукс и термоядерная
бомба |
| 23 | <i>Э. Теллер</i> | Защита Земли |

УЧЕНЫЕ - АТОМЩИКИ

- | | | |
|-----------|----------------------|---|
| 25 | <i>В. А. Елесин</i> | Нобелевский лауреат
Леонид Витальевич Канторович |
| 28 | <i>Ю. Н. Смирнов</i> | Евгений Константинович
Завойский — участник советского
атомного проекта |
| 37 | | Ю. Б. Харiton в Кембридже |

ИССЛЕДОВАНИЯ

- | | | |
|-----------|--------------------------|--|
| 46 | <i>М. Д. Голубовский</i> | Пульсация талантов в истории
русской литературы |
|-----------|--------------------------|--|

УЧРЕДИТЕЛЬ – ФГУП
«РОССИЙСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ
ЯДЕРНЫЙ ЦЕНТР – ВСЕРОССИЙСКИЙ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ФИЗИКИ»
(РФЯЦ-ВНИИЭФ)

ЗАРЕГИСТРИРОВАН
ГОСУДАРСТВЕННЫМ КОМИТЕТОМ РФ
ПО ПЕЧАТИ
№ 12751 от 20.07.94 г.
Издаётся с декабря 1994 г.

Главный редактор

начальник отдела ИТМФ, доктор физ.-мат. наук, профессор С. А. Холин

Редакционная коллегия

Н. А. Волкова (зам. гл. редактора, зам. нач. ОПИНТИ);
А. К. Музыря (зам. гл. редактора, канд. техн. наук, ВНИИТФ);
А. И. Герасимов (ведущий научный сотрудник ИЯРФ, канд. физ.-мат. наук);
Л. Н. Пляшкевич (ведущий научный сотрудник НТЦФ, канд. техн. наук);
Ю. Н. Смирнов (ведущий научный сотрудник РНЦ «Курчатовский институт», канд. физ.-мат. наук);
В. А. Разуваев (начальник отдела ИЯРФ);
А. В. Чувиковский (начальник ИПК РФЯЦ-ВНИИЭФ);
А. Е. Малеев (художник-инженер ИЯРФ);
В. И. Лукьянов (директор Музея РФЯЦ-ВНИИЭФ)

Редактор Е. А. Мясоедова

Компьютерная подготовка оригинала-макета

Е. Л. Соседко, В. В. Ельцов

©ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», 2008
©Авторы публикаций, 2008

Отпечатано
в Издательско-полиграфическом
комплексе ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ»,
2008 г.

Налоговая льгота — общероссийский
классификатор продукции ОК-005-93,
том 2; 953000 — книги, брошюры

Подписано в печать
12.12.2008
Формат 84×108/16
Печать офсетная
Усл. печ. л. ~5,0
Уч.-изд. л. ~5,0
Тираж 1000 экз.
Заказ 1109-2008



Адрес редакции: 607188, г. Саров Нижегородской обл., пр. Мира, д. 37,
ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», ОПИНТИ. Телефон: (831-30)205-25.
Факс: (831-30)205-47. E-mail: volkova@vniief.ru

ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКИЕ УСКОРИТЕЛИ ВАН ДЕ ГРААФА

С. Н. АБРАМОВИЧ, В. И. СЕРОВ

Перед изложением истории появления и развития ускорителей Ван де Граафа во ВНИИЭФ хотелось бы напомнить хорошо известный принцип Ю. Б. Харитона, который он привез из Кавендишской лаборатории (Кембридж, Англия), где стажировался с 1926 по 1928 гг. у Э. Резерфорда: «О явлении нужно знать в десять раз больше, чем это непосредственно необходимо для использования в сиюминутных практических целях». И еще одна околонаучная притча. Утверждают, что Т. Эдисон (известнейший изобретатель и предприниматель США, 1841–1931), принимая на работу специалиста, давал ему задание на год. Если через год тот приходил с вопросом, что делать дальше, то Эдисон его увольнял вне зависимости от полученных результатов. Объяснение этой позиции очень простое: всерьез занимаясь проблемой, набираешься опыта и неизбежно выходишь на «белые» пятна и новые задачи, решение которых должно увлечь специалиста на многие годы вперед. Вся история становления ускорителей Ван де Граафа во ВНИИЭФ (и, вероятно, многих других установок) может служить яркой иллюстрацией принципа Резерфорда–Харитона и правила Эдисона.

Для разработки во ВНИИЭФ ядерных и термоядерных зарядов необходимы были сведения о многих ядерно-физических константах (ЯФК), характеризующих взаимодействие излучений с конструкционными и активными материалами. Прежде всего необходимо было знать с достаточной точностью ЯФК основных веществ, входящих в состав зарядов. На начальном этапе работ информация о ЯФК была крайне ограничена. Данные из научной литературы часто носили противоречивый характер, имели низкую точность, были ненадежны. Создание в институте инструментария для проведения ядерно-физических экспериментов и получения необходимой информации стало насущной потребностью и одним из важнейших направлений работ над атомным проектом.

Изобретенные Ван де Граафом в 1931 г. ускорители, названные затем электростатическими, сразу получили широкое признание в мире как наиболее подходящие для ядерно-физических исследований в области малых и средних энергий (до 5 МэВ). Их отличительной особенностью являлись высокая стабильность энергии и потому монохроматичность ускоренных частиц, составляющая обычно 0,05–0,1 %.

Путем принятия специальных мер ее можно повысить до 0,015 %. Никакие другие ускорители в этом диапазоне не обеспечивают подобных параметров.

На рис. 1 приведена упрощенная схема такого ускорителя. Основной его частью является транспортер (переносчик) зарядов 1, обычно представляющий бесконечный (замкнутый) резиновый ремень на текстильной основе, надетый на два металлических шкива. Расстояние между шкивами составляет несколько метров. Лента движется со скоростью 20–40 м/с. На поверхность ленты в районе нижнего, вращаемого электромотором шкива наносится заряд специальным зарядным устройством 2. Около верхнего шкива заряд снимается с ленты щетками и переносится на металлический кондуктор 3. Накапливаемый заряд обеспечивает высокий потенциал кондуктора относительно «земли»; величина потенциала ограничивается только электрической прочностью окружающей среды. К кондуктору присоединяется источник ионов 4 (чаще всего протонов), размещаемый на верху вакуумной секционированной ускорительной трубы 5. Кондуктор устанавливается на изолирующих колоннах 6. Пучок ускоряемых в 5 ионов проходит через магнитный анализатор 7 и отклоняется им на мишень 8, в которой ионы взаимодействуют с атомами вещества в зависимости от проводимых экспериментов. Величина тока пучка контролируется за магнитом по измерительным приборам.

В связи с изложенным были спроектированы и изготовлены по специальному заданию Совмина СССР в Харьковском физико-техническом институте два электростатических ускорителя Ван де Граафа на 1 и 4 МВ проектного ускоряющего напряжения.

Первый из них был поставлен во ВНИИЭФ осенью 1952 г. со множеством недоделок и низкими эксплуатационными параметрами. Для «доводки» ускорителя и ядерно-физических экспериментов, проводимых параллельно с работами по совершенствованию ускорителя, был специально создан отдел электростатических ускорителей под руководством А. В. Алмазова. В результате интенсивной работы коллектива отдела на ускорителе (условное название ЭГ-2) было получено напряжение 1,5 МВ и ток пучка ускоренных ионов до 20 мкА.

В 1956 г. из Харькова был доставлен второй ускоритель (ЭГ-5) на напряжение 4 МВ. Большое коли-

чество вопросов пришлось решать отделу электростатических ускорителей, чтобы увеличить ускоряющее напряжение до 5,5 МВ и поставить ЭГ-5 в ряд лучших в мире ускорителей своего класса по эксплуатационным характеристикам. Были предложены и реализованы неординарные технические решения по технологии изготовления ускорительных трубок с высокой электрической прочностью, новым источникам ионов, замене традиционного транспортера зарядов с диэлектрической лентой цепным транспортером с индукционным зарядным устройством.

Сразу же после того, как В. Х. Беннет запатентовал принцип использования перезарядки отрицательных ионов для повышения энергии ускоряемых частиц, а Л. Альварес попытался его применить, в отделе А. В. Алмазова начались работы по проектированию ускорителя с перезарядкой на энергию ускоренных ядер изотопов водорода 10 МэВ. Сначала изготовили первый источник отрицательных ионов водорода и собрали простейшую модель ускорителя с перезарядкой, обеспечившего энергию ускоренных ионов около 300 кэВ. Так был экспериментально проверен принцип перезарядки. Более мощная модель, рассчитанная на ускоряющее напряжение более 2 МэВ, была создана для отработки основных идей построения полномасштабного ускорителя ЭГП-10. Проектирование ЭГП-10 велось совместно с НИИ электрофизической аппаратуры им. Д. В. Ефремова (Ленинград). Изготовление основных узлов ускорителя осуществлялось на Ленинградском заводе «Электросила», а сборка, настройка и доведение до проектных параметров проведены во ВНИИЭФ.

К 7 ноября 1962 г. осуществлен физпуск ЭГП-10. Впервые на таком принципе был получен пучок ускоренных ионов водорода. И уже вскоре, благодаря напряженной работе всего коллектива, достигли проектных параметров ускорителя — энергия ускоренных ионов изотопов водорода составила 10 МэВ при токе пучка на мишени до 2 мкА.

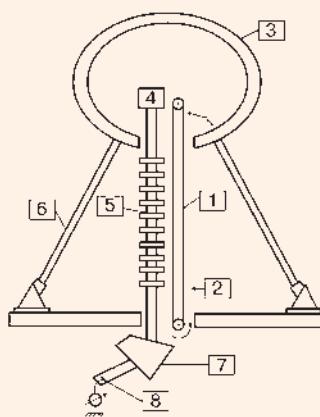


Рис. 1. Упрощенная схема ускорителя Ван де Граафа.

1 — транспортер зарядов, 2 — источник высокого напряжения зарядного устройства, 3 — кондуктор, 4 — источник ионов, 5 — секционированная ускорительная трубка, 6 — изолирующие колонны, 7 — магнитный анализатор, 8 — мишень

Дальнейшие усовершенствования ускорителя позволили улучшить его эксплуатационные характеристики, в том числе получить максимальную энергию ионов водорода до 14 МэВ и довести ЭГП-10 до мирового уровня среди ускорителей своего класса.

На сегодняшний день действующим остался только ускоритель ЭГП-10. На фотографии показан внешний вид и приведены основные эксплуатационные характеристики. Ускоритель ЭГ-2 был передан в НИИ атомных реакторов (г. Димитровград), где несколько лет использовался в качестве генератора нейтронов при исследовании делящихся материалов, затем демонтирован. Ускоритель ЭГ-5 также был демонтирован, поскольку ЭГП-10 перекрывает почти все его возможности.

В настоящее время на базе ЭГП-10 создается исследовательский многоцелевой комплекс «ядерный микрозонд». Основой его является пучок ускоренных ионов, имеющий микронные размеры. Это мощное аналитическое средство, которое может найти применение для микроструктурного анализа материалов в интересах многочисленных отраслей науки, техники, медицины.

Стремительно растущие вычислительные мощности делают возможным проводить более точные и надежные расчеты, позволяющие сократить, а в некоторых случаях и полностью отказаться от проведения дорогостоящих испытаний и экспериментов. Но для этого необходимо поднять точность ядерно-физическими данных, используемых в этих расчетах. В связи с этим предполагается ввести на ЭГП-10 импульсный режим, который позволит получить данные нового поколения повышенной точности и подробности.

Говоря о результатах экспериментов и научных исследованиях, выполненных на ускорителях Ван де Граафа, надо отметить характерное для ВНИИЭФ органическое соединение прикладных и фундаментальных исследований. В связи с этим приведем высказывание Ю. Б. Харитона в Вестнике АН СССР (1983, № 5. С. 58–62): «Никакие технические успехи были бы невозможны без проводимых одновременно интенсивных исследований в области фундаментальных наук, без тесного контакта с академическими институтами. Именно фундаментальные исследования лежат в основе каждого серьезного шага в развитии техники».

Вся работа на ускорителях подтверждает и известный тезис, что научные знания, накапливаясь, образуют «критическую массу», которая приводит к «взрывной» ситуации в развитии как идейных, так и чисто технологических сторон изучаемых проблем. При этом увлеченность работой, поддержка творчества и энтузиазма создают в научных коллективах благоприятный климат и обеспечивают высокий уровень исследований и технических решений.

Отметим некоторые из полученных результатов. Прежде всего при определении ЯФК материалов, необходимых для конструирования и анализа испытаний ядерных зарядов, попутно получено большое ко-



Электростатический перезарядный генератор (тандем) ЭГП-10 является прецизионным ускорителем заряженных частиц, который обеспечивает возможность ускорения частиц любой массы и заряда и позволяет измерять и поддерживать энергию этих частиц с очень высокой точностью.

Ускоряющая система состоит из верхней и нижней ускорительных трубок, перезарядной мишени, кондуктора, индукционного зарядного устройства и анализирующего (раздаточного) магнита.

Габаритные размеры котла:

диаметр — 3 м,
высота — 11,5 м,
диаметр кондуктора — 1,3 м.

В настоящее время ведутся работы по модернизации ЭГП-10 для создания системы формирования пучка ускоренных заряженных частиц микронных размеров.

ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ

Тип источника отрицательных ионов: дуплазмotron;
Рабочий диапазон энергий ускоренных протонов, МэВ: 0,8–14;
Максимальный ток ускоренных протонов на мишени, мкА: 1;
Монохроматичность ускоренных протонов при энергии 9,345 МэВ, кэВ: 1;
Типы ускоренных частиц: ионы протия, дейтерия, трития, кислорода, углерода.

личество сведений спектроскопического характера, необходимых для фундаментальной науки об атомном ядре. Так, экспериментальные исследования по трансурановой проблеме внесли заметный вклад не только в решение прикладных оружейных проблем, но и в фундаментальную ядерную физику.

С помощью диэлектрических трековых детекторов на электростатическом ускорителе ЭГ-5 были измерены сечения деления быстрыми нейтронами и угловые распределения осколков для ^{238}Pu , ^{242}Pu , ^{241}Am , ^{242}Am , ^{243}Am , ^{249}Bk , ^{249}Cf .

В некоторых случаях, когда исследование деления ядер с помощью нейтронов связано с экспериментальными трудностями, необходимые данные получены с

использованием в качестве бомбардирующих частиц дейтонов или тритонов. Большой цикл исследований реакций (d, pf) и (t, pf) проведен на ядрах $^{233,236,238}\text{U}$, ^{238}Pu и др. В качестве источника протонов, дейтонов и тритонов использовался ускоритель ЭГП-10. По результатам исследований реакций $^{233}\text{U}(t, pf)$, $^{236}\text{U}(t, pf)$, $^{238}\text{U}(t, pf)$, $^{237}\text{Np}(t, pf)$ и $^{243}\text{Am}(t, pf)$ определены сечения деления ядер ^{237}U , ^{234}U , ^{239}U , ^{238}Np и ^{244}Am нейtronами с энергиями 0,3–1,5 МэВ.

При исследовании реакции $^{239}\text{Pu}(d, pf)$ замечены пороговые аномалии в зависимости вероятности деления от энергии возбуждения и перераспределении осколков по массам для некоторых углов измерений и энергий делящегося ядра. Измерения выходов нейтронов и γ -квантов деления в реакциях $^{233}\text{U}(d, pf)$, $^{235}\text{U}(d, pf)$ и $^{239}\text{Pu}(d, pf)$ позволили понять, что нерегулярности в зависимостях $\nu(E_n)$ являются следствием перераспределения осколков деления по массам. Такие перераспределения проявляются не одинаково в разных реакциях.

Определенный вклад в проблему трансмутации радиоактивных отходов ядерной энергетики внесли измерения сечений деления нечетно-нечетных актинидов, выполненные на ЭГП-10.

Реакции на легких ядрах тщательно изучались с точки зрения использования их как источников термоядерной энергии. Последовательные измерения сечений термоядерных реакций, проводимые во ВНИИЭФ на ускорителях ЭГ-2, ЭГ-3, ЭГП-10, и анализ литературных данных позволили накопить материал для константного обеспечения проблем управляемого термоядерного синтеза. Завершилась эта огромная работа изданием справочника «Ядерно-физические константы термоядерного синтеза». Несколько позднее была создана компьютерная библиотека оцененных данных SABA. Здесь, как отмечалось выше, явно прикладная нацеленность исследований получила выход в фундаментальную науку.

Когда возник интерес к изучению поведения функции возбуждения полного сечения реакции $^3\text{H}(t, 2n)^4\text{He}$ вблизи нуля кинетической энергии ставившихся частиц, анализ существующих экспериментальных данных показал значительные отклонения при минимальных энергиях от так называемого «гамовского» графика в сторону больших сечений. Это могло объясняться как экспериментальными погрешностями, так и наличием возбужденного состояния в ^6He вблизи порога канала $^3\text{H} + ^3\text{H}$. До известной степени интерес подогревался еще попытками объяснить дефицит солнечных нейтрино в опытах Р. Дэвиса наличием узкого мощного резонанса вблизи порога зеркальной реакции $^3\text{He}(^3\text{He}, 2p)^4\text{He}$. Возникла необходимость в экспериментальном исследовании сечения реакции $^3\text{H}(t, 2n)^4\text{He}$ в области малых энергий. На ЭГ-2 были проведены такие чрезвычайно трудные исследования. В экспериментах использовалась специально разработанная газовая мишень с очень тонким входным окном, а также специально изготовленные тонкие твердые тритиевые мишени на

основе тритида скандия. В результате этих исследований показано, что данные (вплоть до энергии 30 кэВ налетающих тритонов) хорошо согласуются с гамовским графиком. Это означает отсутствие гипотетических состояний ${}^6\text{He}$ в этой области энергий возбуждения. Публикация этих данных побудила физиков Лос-Аламоса (США) провести тщательную проверку сечений всех основных термоядерных реакций. Программа измерений заняла у них около 15 лет и подтвердила данные, полученные во ВНИИЭФ.

И еще примеры направленности исследований на фундаментальные науки. В процессе поиска изобар-аналоговых резонансов в малонуклонных системах (с использованием тритиевого пучка ускорителя ЭГП-10) в реакции ${}^7\text{Li}(t, p){}^9\text{Li}$ было обнаружено аномальное поведение функции возбуждения вблизи сильного нейтронного порога в канале ${}^7\text{Li}(t, n){}^9\text{Be}^*(T = 3/2)$. Дальнейший анализ и тщательные экспериментальные исследования позволили объяснить это явление как пороговую аномалию. Существование таких аномалий было предсказано Е. Вигнером и А. И. Базем, последовательная же теория этих явлений была создана во ВНИИЭФ доктором физ.-мат. наук Л. М. Лазаревым. Изучение аномальных явлений в реакции ${}^7\text{Li}(t, p){}^9\text{Li}$ позволило получить оценку массы нейтронно-неустойчивого ядра ${}^{10}\text{Li}$ и установить квантовые характеристики его основного и первого возбужденного состояний.

Следует отметить, что далеко не всегда исследования заканчивались удачей. Однако в науке отрицательный результат является тоже результатом, и польза от него может быть ощутимой. Примером тому могут служить поиски таких экзотических систем, как бинейtron и связанный четвертый изотоп водорода ${}^4\text{H}$. После неудачных многократных попыток обнаружить бинейtron из реакций ${}^3\text{H}(t, \alpha)n^2$ и ${}^7\text{Li}(t, 2\alpha)n^2$ активационным методом был поставлен сложный корреляционный эксперимент на ускорителе ЭГ-5, в котором, изучая спектр совпадений первичной α -частицы из реакции ${}^7\text{Li}(t, \alpha){}^6\text{He}^*$ с α -частицей из распада ${}^6\text{He}^*$, надеялись если и не обнаружить пик, соответствующий связанному состоянию бинейtrона, то, по крайней мере, оценить знак и длину рассеяния нейтрона на нейтроне. Измерения были выполнены с использованием магнитного спектрометра, из-за малой светосилы которого время измерений было очень большим. В итоге результат имел очень низкую статистическую точность. Публикация этого материала натолкнула французскую группу исследователей на мысль реализовать эту идею в условиях использования появившихся в то время полупроводниковых детекторов с большой площадью чувствительной области. Таким образом удалось более чем на порядок улучшить статистику. В результате была получена одна из наиболее точных в то время экспериментальных оценок длины рассеяния нейтрона на нейтроне.

Сильные резонансные состояния в средних ядрах, плохо укладывающиеся в предсказания статистических моделей даже с учетом флуктуационных осо-

бенностей, неожиданно нашли свое естественное объяснение в рамках обнаруженных в это время изобар-аналоговых резонансов (ИАР) в составном ядре. Один из конкретных вопросов этой проблемы — природа ИАР. Суть в том, что проявление ИАР в (p, n) -реакции происходит вопреки запрету, обусловленному законом сохранения изоспина. Наличие кулоновского поля протонов в ядре приводит к нарушению этого закона за счет смешивания компаунд-ядерных состояний с ИАР. При этом происходит селективное возбуждение компаунд-ядерных состояний, имеющих такую же конфигурацию (спин и четность), что и ИАР. Это и обеспечивает проявление ИАР в (p, n) -реакции, несмотря на запрет по изоспину. Указанное смешивание конфигураций может иметь два механизма: «внутреннее» смешивание и «внешнее» смешивание. Выражение для сечения ИАР в (p, n) -канале, полученное Робсоном, основывалось на предположении о доминирующей роли внешнего смешивания. Необоснованность утверждения о доминировании внешнего смешивания и некоторая несогласованность результатов обработки имеющихся экспериментальных данных вызывали сомнения в справедливости этой гипотезы. Выполненный во ВНИИЭФ анализ всех имеющихся экспериментальных данных показывал необходимость проведения систематических исследований по этому направлению. В результате серии экспериментальных и теоретических работ было доказано, что механизм внутреннего смешивания играет существенную роль в формировании аналогового резонанса, а в ряде случаев является доминирующим.

Еще одним важным вкладом в физику ИАР со стороны ВНИИЭФ явилось обнаружение прямого нейтронного распада ИАР в резонансной (p, n) -реакции. Ясное понимание механизмов происходящих процессов позволило сотрудникам ВНИИЭФ сформулировать теоретические подходы к обработке имеющихся экспериментальных данных и осуществить постановку новых экспериментов, позволивших впервые обнаружить прямой нейтронный распад ИАР и закрепить приоритет ВНИИЭФ в этой области ядерной спектроскопии. Широкая дискуссия на международных конференциях на эту тему закончилась полным признанием данных результатов.

Развитие исследований изобарических коллективных состояний привело к обнаружению гамов-теллеровских резонансов (ГТР), близких по своей структуре к ИАР. Поиск ГТР проводится в спектрах состояний конечных ядер, образующихся в прямых реакциях перезарядки (p, n) при энергиях протонов 25–200 МэВ. Возможности изучения ГТР при таком подходе существенно ограничены из-за сложности измерения парциальных ширин и плохого энергетического разрешения ($\Delta E \approx 1,3$ МэВ при энергии 200 МэВ), которое затрудняет получение информации, заключенной в форме резонансной кривой. Б. Я. Гужовским (канд. физ.-мат. наук) был предложен другой способ изучения ГТР, основанный на наблюдении его в функции

возбуждения (p, n)-реакции. В этом подходе измерение функции возбуждения на тандемном ускорителе ЭГП-10 с разрешением $\Delta E < 10$ кэВ позволило изучить структуру ГТР, выделить вклады узких ИАР, найти не только полные, но и парциальные ширины нейтронного и протонного распадов ГТР. Получить эти сведения другим способом крайне затруднительно. Первая же работа, посвященная этой теме (наблюдение ГТР в составном ядре ^{118}Sb), преподнесла и неожиданности. В функции возбуждения реакции $^{117}\text{Sn}(p, n)^{117}\text{Sb}$ вместо одного резонанса обнаружено два, причем с ширинами, существенно меньшими ($\approx 3,5$ раза), чем ширины ГТР в ядрах $^{116,120}\text{Sb}$, полученные в реакциях прямой перезарядки при разрешении $\approx 0,6$ МэВ.

Приведенный материал не исчерпывает все осуществленные на электростатических ускорителях ВНИИЭФ исследования прикладного и фундаментального характера. За 50 лет использования этих ускорителей на них были выполнены исследования, результаты которых опубликованы в более чем 250 статьях в научных журналах, материалах отечественных и зарубежных международных конференций. Эти публикации обеспечили признание, известность и авторитет в мировом научном сообществе коллектику исследователей, работавших и продолжающих работать на электростатических ускорителях ВНИИЭФ. Свидетельством тому являются три международных конференции по ядерной спектроскопии и структуре атомного ядра, проведенные во ВНИИЭФ в 1996, 2001 и 2006 гг.

Целесообразно отметить большую роль электростатических ускорителей ВНИИЭФ в учебно-педагогической работе и подготовке кадров высшей квалификации. По работам, выполненным на ускорителях, были защищены 4 докторских и 10 кандидатских диссертаций. Ряд аспирантов и соискателей проводят исследования в рамках готовящихся диссертаций. Немало выпускников вузов, часть которых работает в различных подразделениях ВНИИЭФ и других на-

учных центрах России, выполняли свои дипломные работы на ускорителях Ван де Граафа ВНИИЭФ. В настоящее время ускоритель ЭГП-10 используется при проведении лабораторных работ по курсу физики атомного ядра для студентов СарФТИ (Саров).

В заключение несколько слов о людях, работавших над созданием, модернизацией и эксплуатацией ускорителей, а также проводивших на них эксперименты и исследования.

Ключевыми фигурами коллектива, обеспечившего создание, эксплуатацию и модернизацию ускорителей ЭГ-2, ЭГ-5 и ЭГП-10, были Ю. М. Хирный (канд. физ.-мат. наук), Л. Н. Кочемасова, Ю. М. Большаков (ионные источники), Ф. Ф. Мынцов и В. М. Деваев (механика и технология изготовления ускорительных трубок), Ю. А. Серов (автоматизированная система управления), В. В. Опасин, Г. Н. Слепцов, Л. А. Моркин (эксплуатация). Руководил этими работами А. В. Алмазов.

Самые первые исследования на ЭГ-2, опубликованные в открытой печати, были выполнены В. И. Серовым (канд. физ.-мат. наук) и Б. Я. Гужовским. В дальнейших исследованиях на ускорителях активное участие принимали кандидаты физ.-мат. наук Ю. В. Стрельников, М. Ф. Андреев, А. Г. Звенигородский, Э. Ф. Фомушкин, Л. Н. Генералов, С. В. Трусилло, В. В. Чулков, Г. Ф. Новоселов и С. А. Дунаева, доктора физ.-мат. наук С. Н. Абрамович и Ю. И. Виноградов, а также В. С. Руднев, В. А. Перешиков, Л. А. Моркин, В. Н. Протопопов, В. А. Завгородний, В. В. Гаврилов и многие другие.

АБРАМОВИЧ Сергей Николаевич — главный научный сотрудник ИЯРФ РФЯЦ-ВНИИЭФ, доктор физ.-мат. наук, профессор

СЕРОВ Виктор Иванович — начальник лаборатории ИЯРФ РФЯЦ-ВНИИЭФ, кандидат физ.-мат. наук

ТЕНЕВОЕ ФОТОГРАФИРОВАНИЕ В ФИЗИЧЕСКОМ ЭКСПЕРИМЕНТЕ

С. И. ГЕРАСИМОВ, В. А. ВИКТОРОВ

Уникальной возможностью обладают схемы теневого метода, которые позволяют одновременно визуализировать как оптические неоднородности по ненулевой второй производной показателя преломления (ударные волны, зоны отрыва, пограничные слои, турбулентные следы и т. д.), так и проекции непрозрачных тел,

исследуемых в опыте (метаемый объект, кумулятивная струя, нагружаемая поверхность) и/или сопровождающих изучаемый процесс (частицы среды, частицы объекта изучения, уносимые в результате абляции, разрушения, неустойчивости).

Рассмотрим характерные примеры использования таких схем в

различных экспериментах. Фотографии получены при применении разработанных во ВНИИЭФ взрывных источников света на базе газодинамического компрессора с рекордной яркостью и малым временем свечения (Герасимов С. И., Файков Ю. И., Холин С. А. Кумулятивные источники света. — Саров: РФЯЦ-ВНИИЭФ, 2002).

Простейший теневой метод (метод светящейся точки) заключается в том, что обтекаемая воздушным потоком модель на мгновенье освещается точечным источником света. Тень модели проектируется на экран или открытую фотопленку. Построенная теневым методом картина делает обтекание видимым и позволяет разобраться в физической сущности самого явления обтекания в данном опыте с данной моделью. Такая видимая картина называется аэродинамическим спектром. Прилегающий к модели слой воздуха называют пограничным слоем, в нем на движение воздуха влияют силы вязкости. В пограничном слое движение частиц воздуха изменяется от нуля до скорости набегающего потока в данном его сечении. Пограничный слой при стекании с модели образует завихрения — спутную струю. В пограничном слое течение может быть ламинарным и турбулентным. Одна из задач, которые ставятся при аэродинамических исследованиях теневым методом, и заключается в вопросе перехода ламинарного пограничного слоя в турбулентный. Аэродинамические спектры некоторых моделей показаны на рис. 1.

Сверхзвуковые скорости данных движущихся моделей визуализируются на картинке в виде присутствия головных ударных волн. Видно, что любой излом об разующей поверхности меняет характер течения — соответствующие скачки уплотнения на спектрах. Вторая модель показывает, как

растет по длине толщина пограничного слоя, а на третьей хорошо видны границы дозвукового течения за головной ударной волной.

Наличие спектров обтекания модели позволяет исследовать вопросы влияния уровня шероховатости поверхности на характеристики пограничного слоя. Для проведения испытаний пользуются выводами теории подобия. Чтобы с достаточной для практики точностью переносить результаты испытаний модели на натуре, необходимо, чтобы модель и летательный аппарат были подобны. Существует геометрическое, кинематическое и динамическое подобие. При геометрическом подобии модель имеет размеры, пропорциональные натуре. При кинематическом подобии, помимо сходных размеров, должны быть пропорциональны и скорость, и ускорение в сходных точках. При динамическом подобии, включающем в себя первые два, пропорциональными должны быть и силы, действующие на натуре и объект.

Применяется ряд критериев динамического подобия. Например, критерий Эйлера, дающий отношение сил давления к силам инерции, или критерий Фруда — отношение сил тяжести к силам инерции. Но наиболее популярным является критерий Рейнольдса, являющийся по сути мерой отношения сил инерции к силам вязкости в воздухе,

$$Re = \rho L v_0 / \mu ,$$

где ρ — плотность воздуха, L — характерный размер обтекаемой модели, v_0 — скорость воздушно-

го потока до встречи с моделью, μ — коэффициент вязкости (трения) воздуха.

Чем больше этот критерий, тем больше силы инерции, и течение от ламинарного переходит к турбулентному (при числах Рейнольдса меньше критических, где трение осуществляется за счет перемещения молекул воздуха в их колебательном движении из слоя с одной скоростью в слой с другой скоростью), где сопротивление зависит, в основном, от скорости потока.

Характерный размер модели называют миделевым сечением, или миделем. Это наибольшее сечение, перпендикулярное набегающему потоку. Чем больше это сечение, тем большее сопротивление воздушного потока испытывает модель.

При движении тела со скоростью больше скорости звука в воздухе (M — отношение скорости тела к скорости звука в невозмущенном воздухе), сопротивление воздуха возрастает, поскольку при этом создаются ударные волны. Сила, возникающая в результате взаимодействия воздуха с поверхностью движущейся модели, называется полной аэродинамической силой, т. е. являющейся равнодействующей всех сил трения и давления, действующих на эту модель. Силы трения возникают между поверхностью движущейся модели с воздухом, возрастают с увеличением шероховатости поверхности. Силы давления образуются в результате разности давлений между передними и задними

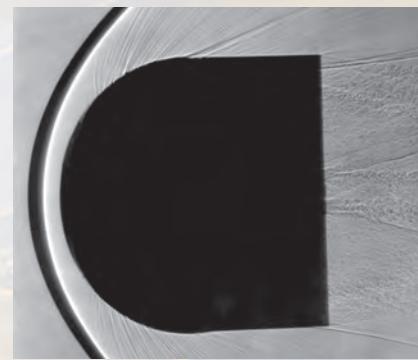
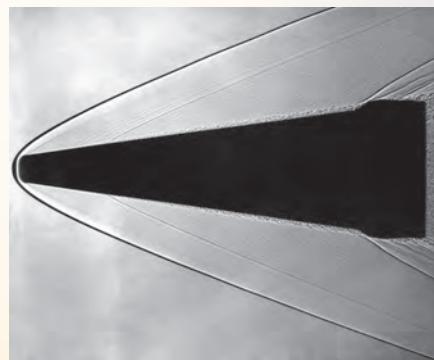


Рис. 1. Аэродинамические спектры некоторых моделей в воздухе



$M = 2,82; Re = 8,8 \cdot 10^6; h = 1,5 \cdot 10^{-6}$

$M = 2,85; Re = 8,4 \cdot 10^6; h = 7,5 \cdot 10^{-4}$

$M = 2,68; Re = 8,1 \cdot 10^6; h = 5 \cdot 10^{-3}$

Рис. 2. Теневой спектр обтекания модели

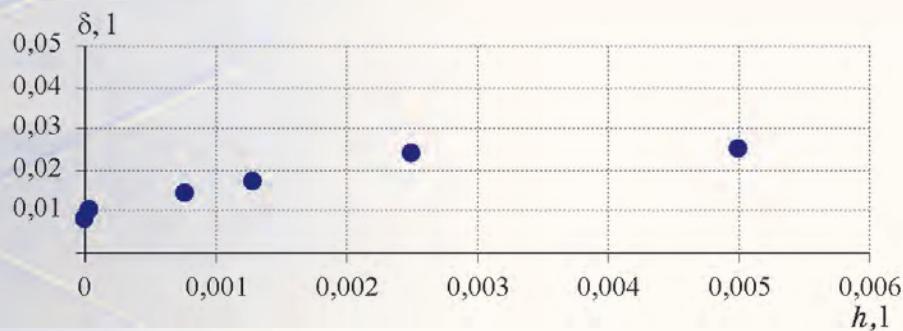


Рис. 3. Зависимость толщины пограничного слоя от высоты микронеровностей (отношение к диаметру миделя, 1)

частями летательного аппарата при его движении в атмосфере воздуха. Составляющими полной силы, в общем виде, являются подъемная сила, сила лобового сопротивления, боковая сила.

Лучшей формой модели, с точки зрения аэродинамики, будет та, которая при данном значении скорости имеет наименьший коэффициент лобового сопротивления (состоящий из коэффициента трения, коэффициента сопротивления от давления воздушных потоков по нормали к аэродинамическим поверхностям модели, коэффициента донного сопротивления и коэффициента индуктивного сопротивления).

Исследования влияния уровня и структуры шероховатости боковой поверхности проводились на моделях притупленных конусов. Диаметр миделя объектов испытаний изменялся от 80 мм для пушечных моделей, испытываемых в аэробаллистическом тире ВНИИЭФ, до 800 мм для натурных макетов, испытываемых на ракетном треке ВНИИЭФ.

Уровень шероховатости боковой поверхности характеризовал-

ся относительной среднеарифметической высотой микронеровностей h (здесь и далее все размеры отнесены к диаметру миделя). В экспериментах относительная высота микронеровностей изменялась в пределах от $1,5 \cdot 10^{-6}$ до $5 \cdot 10^{-3}$. Структура шероховатости моделировалась с помощью различных видов механической обработки (шлифование, токарная обработка, пескоструйная обработка). Упорядоченная структура микронеровностей создавалась нанесением тканевой маски с помощью взрыва накладного заряда и методом накатки. На натурном макете шероховатая структура боковой поверхности получалась в результате обжига корпуса в струе ракетного двигателя.

На рис. 2 приведены результаты теневой фотографии спектров обтекания конусов с различным уровнем микронеровностей. Анализ, проведенный с использованием теневых спектров, показал, что увеличение высоты микронеровностей приводит к росту толщины пограничного слоя и степени его турбулизации. По результатам этой регистрации получены зави-

симости относительной толщины пограничного слоя δ от высоты микронеровностей h (рис. 3).

Результаты экспериментов показали, что увеличение толщины пограничного слоя происходит до высоты менее $2,5 \cdot 10^{-3}$. Дальнейшее увеличение высоты микронеровностей до $(2,5-5,0) \cdot 10^{-3}$ практически не меняет толщину пограничного слоя.

ГЕРАСИМОВ

Сергей Иванович —

начальник отдела

РФЯЦ-ВНИИЭФ

доктор физ.-мат. наук

ВИКТОРОВ

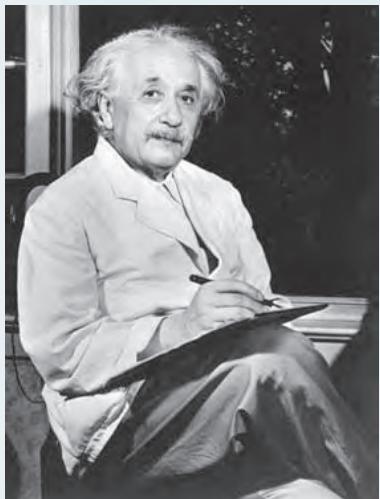
Владимир Александрович —

начальник лаборатории

РФЯЦ-ВНИИЭФ

Альберт Эйнштейн

А. Ф. ИОФФЕ



Первые же работы Альберта Эйнштейна 1905 г. (о броуновском движении, фотонном механизме действия света и теория относительности) оказали решающее влияние на развитие физики и умы физиков. Для меня лично теория относительности и фотоны придали реальное содержание возникшему у меня еще в средней школе недоверию к световому эфиру и в то же время вскрыли новую сторону во взаимодействии света с веществом. Напечатанная вскоре экспериментальная работа Эриха Ладенбурга (брата Рудольфа Ладенбурга, работавшего у Рентгена) по внешнему фотоэффекту хотя и приводила, по мнению автора, к выводам в пользу резонансной теории Ленарда, при ближайшем анализе подтверждала существование эйнштейновых фотонов. Вскоре (в начале 1907 г.) я опубликовал заметку, в которой показал, что измеренная Ладенбургом энергия фотоэлектронов связана с частотой света, на самом деле, линейно, а не квадратично, как утверждал автор, что было в полном согласии с теорией Эйнштейна. Там же я указал путь окончательного решения вопроса о фотонах — изучение фотоэффекта щелочных металлов натрия, калия и их сплавов. Около четырех лет я посвятил этой работе, но не опубликовал ее, так как появилась статья Милликена, в которой задача была решена с большей точностью, чем удалось сделать мне.

Я очень хотел поговорить обо всех этих вопросах с Эйнштейном и посетил его в Цюрихе вместе со своим приятелем Вагнером. Но дома мы его не застали, поговорить не удалось, его жена передала слова мужа, что он только чиновник

© А. Ф. Иоффе. Встречи с физиками. — М.: ГИМФЛ, 1960

патентного ведомства, и о науке думать серьезно не может, а тем более об экспериментах.

Однако, возможно, работа Эйнштейна в патентном ведомстве не была столь бессмысленной. Когда я ближе познакомился с ним в 20-х гг., узнал, насколько силен в нем дух изобретательства. Вместе с художником Орликом и зубным врачом Гринбергом Эйнштейн разрабатывал новый тип полиграфической машины для художественной графики. За ним уже числились различные технические изобретения, и он никогда не прекращал попыток в этом направлении.

В статьях Эйнштейн часто характеризовал свои идеи как эвристические точки зрения. Поэтому свое посещение мы мотивировали желанием выяснить, существует ли Эйнштейн как реальное физическое явление или лишь как некоторая эвристическая точка зрения. Он позже ответил, что как физик действительно не существовал.

В Цюрихе, в особенности когда Эйнштейн занял кафедру, его творческая работа широко развернулась. Затем он перешел на специально для него созданную и хорошо оплачиваемую должность академика при Прусской академии наук в Берлине. (Такую же должность ранее предлагали Рентгену). Здесь Эйнштейн читал лекции и активно участвовал в работе коллоквиума в университете. Однако, как он мне однажды сказал, берлинская обстановка его не удовлетворяла. Люди, с которыми ему приходилось обсуждать вопросы физики, не жили наукой, она была лишь побочной деталью их существования.

А чем была научная мысль для Эйнштейна, показывает случай, о котором хочется вспомнить и рассказать подробно.

Во время одного из многих приездов в Берлин Эйнштейн заинтересовался моими исследованиями механических и электрических свойств кристаллов. Он просил меня рассказать о них подробнее. Помню, в 3 часа я пришел к нему и вскоре приступил к изложению своих опытов. Примерно через час вошла его жена и просила Эйнштейна в 5 часов принять кого-то, приехавшего из Гамбурга познакомиться со знаменитым ученым. Эйнштейн избегал таких встреч и всего, что могло иметь характер рекламы или подчер-

кивало его знаменитость. Видимо, в своей семье он не находил поддержки. Поэтому он увел меня в соседний парк, чтобы беспрепятственно продолжать беседу. Только когда опасность встречи миновала, мы вернулись в его кабинет.

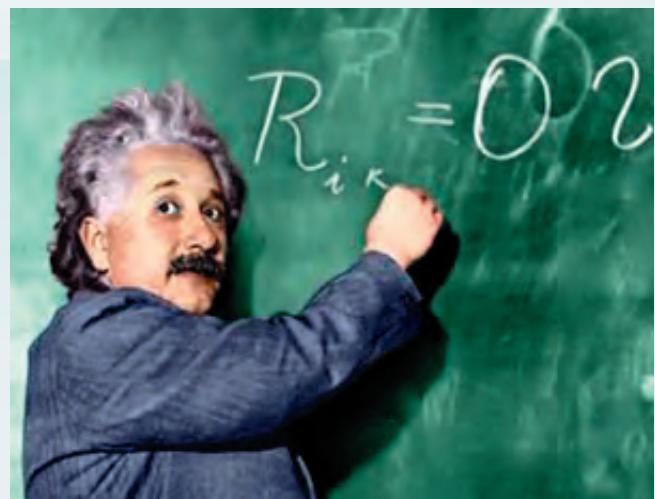
Часа через два я рассказал все существенное, и тогда начался исключительный по глубине и настойчивости процесс освоения для Эйнштейна материала. Процесс этот можно охарактеризовать как органическое введение новых фактов в сложившуюся ранее единую картину природы.

Наступило 8 часов вечера, нас позвали к ужину. Но и тогда работа мысли и обсуждение темы не прекратилось. С разных сторон обсуждались факты и их истолкование. Приближалась полночь, и уходил последний поезд в Вердер, где я жил. Я предложил продолжить беседу завтра или в любой другой день, но увидел, что смысл моих слов не доходил до Эйнштейна, и не стал настаивать. Наконец, в 2 часа ночи процесс закончился — все стало на свои места, сомнения разрешились; прибавился еще один участок в лишенной внутренних противоречий картине окружающего мира, которую создал себе Эйнштейн.

Ни мне, ни, вероятно, большинству ученых не приходилось наблюдать такого длительного и систематического напряжения мысли. Но для Эйнштейна это было, видимо, привычным делом. Так вскрывались нерешенные проблемы, так они разрешались или возбуждали новые идеи.

Для многих ученых деятельность сводилась к изучению и разрешению тех задач или тех сторон, которые удается разрешить. Наряду с этим остается невыясненными, быть может, еще более фундаментальные стороны проблемы, которыми будут заниматься другие. Для Эйнштейна не было частных решений. Проблема одна, а разные ее стороны — только пути к проникновению в то, что происходит в природе.

В этом заключалась громадная сила Эйнштейна, его гениальность. Но это стало и трагедией его жизни. Теория относительности, развивавшаяся в теорию тяготения, оставляла в стороне электромагнитное поле. Между тем Эйнштейн был убежден, что существует единое поле, различными проявлениями которого являются тяготение и электромагнетизм. Он настойчиво стремился к единой теории поля и не мог ее создать. Но оставить нерешенной глубокую проблему, с которой столкнулся, Эйнштейн по своему научному складу не мог. Свыше тридцати лет жизни, до самой смерти, он затратил на достижение поставленной перед собой цели и не мог заняться никакой другой задачей. Так почти бесплодно протекли эти



годы, хотя они были богаты яркими переживаниями для Эйнштейна. Новые гипотезы, их анализ, выявление их неубедительности и все новые и новые попытки — это наполняло научную жизнь, но не приносило ожидаемых плодов.

Во время наших прогулок вопрос о единой теории поля, как о маниакальном увлечении, из которого не было выхода, часто поднимался самим Эйнштейном, но разговор всегда сводился к изложению последней из его гипотез, от которой он ждал удачи, после чего мог бы вернуться в сферу физики. Гипотеза проваливалась, а через год-два появлялась новая.

Я видел гибельность такого положения вещей для самого Эйнштейна, но, конечно, ничем не мог ему помочь в деле разработки единой теории поля. Однажды — это было в 1926 г. — я попытался столкнуть его с этого безвыходного пути. Мы вместе направлялись в Брюссель на заседание комитета Сольвея. С 11 часов утра до 10 вечера мы были вдвоем в одном купе поезда, отправлявшегося из Берлина в Амстердам. Это было еще до окончательного оформления квантовой теории.

Я построил свое наступление следующим образом: обрисовал глубокие противоречия, вызванные обнаружением квантовых явлений в микромире, и разброда мыслей физиков, высказал убеждение, что Эйнштейн со своей исключительной физической интуицией скорее, чем кто-нибудь другой, может найти выход. В интересах науки я потребовал от имени физиков, чтобы Эйнштейн нашел выход. Как бы его ни увлекали проблемы единого поля, он обязан выполнить свой моральный долг и сосредоточить свою мысль на проблеме теории квантов.

Чтобы обосновать свое требование, я предложил ему выслушать мой рассказ о том, кто такой Эйн-

штейн, что это не только и не столько создатель теории относительности, которая принесла ему славу, не менее важно его влияние на все физическое миросозерцание. Я напомнил о работах по броуновскому движению, оценке размеров молекул по вязкости раствора, квантовой теории теплопроводности твердых тел, вырождению газов, теории лучистой энергии, статистике испускания и поглощения лучистой энергии, фотонам и правилу Стокса, новой статистике и даже данное им объяснение обрывистости правых берегов рек. Я показал, как эти открытия вошли в историю физики и повели ее к новым достижениям. И в то же время Эйнштейн устремляется от самой трудной задачи, вставшей перед физикой. Нельзя не видеть тумана мистики, которой обволакивает четкие контуры физики; в науку вливает неверие в свои силы, отказ от реальности самой природы. Выход один — Эйнштейн обязан выполнить свой долг и не имеет права скрываться в пучинах единого поля. Ученого не одни преимущества, но и обязанности перед историей.

Времени у нас было много. Эйнштейн объяснял, как легко в сущности приходили его новые мысли — почти как неизбежный вывод — и как малоубедителен поэтому был их успех. Я пытался показать, какие глубины в явлениях природы вскрывали эвристические точки зрения и конкретные идеи Эйнштейна и насколько его интуиция, разъяснившая уже столько запутанных положений науки, необходима именно на данном этапе. Он обещал приложить все свои силы, чтобы перестроиться, но сомневался, что это ему удастся.

Эйнштейн был, конечно, Нобелевским лауреатом, но представление его к премии со стороны немецких физиков происходило не без противодействия. Рентген рассказал мне об этом и о своем решении всемерно поддержать кандидатуру Эйнштейна, что он и сделал. Врагами Эйнштейна были, конечно, все антисемиты и консерваторы, а также некоторые ученые, не способные простить вызванного им перелома в науке. Отношение к Эйнштейну стало в Германии как бы пробным камнем политических настроений...

Эйнштейн еще на ранней стадии развития ядерной физики понял заключающуюся в ней опасность. Он боялся, что атомная бомба может попасть в руки Гитлера, тогда гибель грозила бы всему, что Эйнштейну было дорого, что он ценил в мире. Возглавив группу физиков, он поставил этот вопрос перед президентом США Франклином Рузвельтом. Это привело к организации работ по созданию атомной бомбы силами англо-американских физиков. Поэтому инициатором

создания ядерной бомбы многие в США считают Эйнштейна. Однако, когда уже после фактического решения исхода войны стал вопрос о Хиросиме и Нагасаки, и особенно когда бомба из защитницы цивилизации стала ее прямой противоположностью, Эйнштейн восстал против ее применения.

Заканчивая свои воспоминания об Эйнштейне, я не могу не сказать о нем как о прекрасном скрипаче. Аккомпаниатора в его семье не было, и однажды мы отправились к знакомым. Он взял с них слово, что никого посторонних не будет, но они воспользовались посещением Эйнштейна, чтобы продемонстрировать его гостям. Увидев, что за открытой дверью собралось несколько человек, Эйнштейн пришел в страшное негодование и приступил к игре только тогда, когда двери были плотно прикрыты и никого, кроме нас и аккомпаниатора, не было видно.

Когда Эйнштейн решил переехать в США и принял предложение Принстонского института высших исследований, к его приезду была организована торжественная встреча. Но Эйнштейну удалось ускользнуть от своих почитателей. Другим путем, в одиночку, он приехал в Принстон, позавтракав в первом попавшемся ларьке.

Эйнштейн был дважды женат. Первой его женой, когда он еще жил в Швейцарии, стала югославская студентка-математик. С детьми он обращался довольно сурово, и они принесли ему мало радости. Позже, когда я бывал у него в Берлине, его женой стала его кузина. Однако она не сделала его близким другом и всячески противодействовала его стремлению держаться вдалеке от всяких чествований и демонстраций его мировой славы. Я решаюсь сказать об этом потому, что это в самой резкой форме сказал мне сам Эйнштейн.

Своей жизнью в Принстоне он был доволен: здесь он спокойно жил и работал и сделался для местных ребятишек курьезным старичком с взлохмаченной головой, которого все любили.

До последних дней своей жизни он не переставал работать над единой теорией поля. Он не страшился смерти. Больше всего его огорчала мысль, что он уйдет из жизни, не доведя своей теории до конца.

ИОФФЕ Абрам Федорович (1880–1960) —
академик, лауреат Государственной
и Ленинской премий, Герой Социалистического
Труда, основатель Ленинградского
физико-технического института, особенно
значительный вклад сделан в физику
и технику полупроводников

ТЕОРИЯ ГРАВИТАЦИОННОГО ПОЛЯ

А. А. ЛОГУНОВ

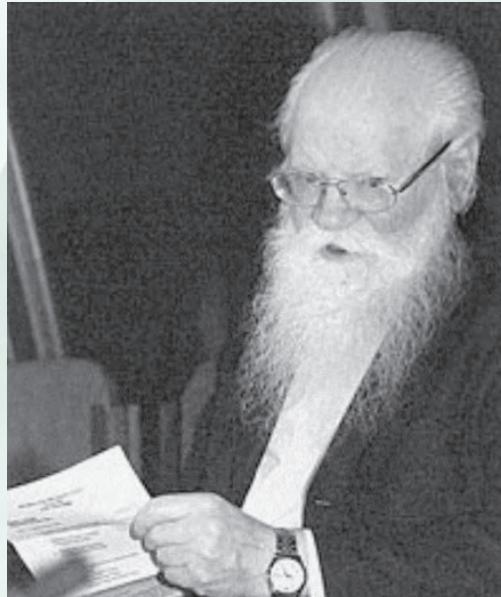
В основе релятивистской теории гравитации (РТГ) лежит гипотеза о том, что гравитационное поле, как и другие физические поля, развивается в пространстве Минковского, а его источником является сохраняющийся тензор энергии – импульса материи, включая и само гравитационное поле. Такой подход позволяет однозначно построить теорию гравитационного поля как калибровочную теорию. При этом возникает эффективное риманово пространство, которое в буквальном смысле имеет полевую природу.

В общей теории относительности (ОТО) Эйнштейна пространство предполагается римановым из-за наличия вещества, а поэтому гравитация рассматривается как следствие искривленности пространства–времени.

В РТГ гравитационное поле обладает спинами 2 и 0 и является физическим полем в духе Фарадея–Максвелла. Полная система уравнений РТГ непосредственно следует из принципа наименьшего действия. Поскольку все физические поля развиваются в пространстве Минковского, в РТГ строго выполняются фундаментальные физические принципы — интегральные законы сохранения энергии (импульса и момента количества движения). В теории реализуется принцип Маха: инерциальная система определяется распределением материи. Ускорение, в отличие от ОТО, имеет абсолютный смысл. Силы инерции и силы гравитации разделены, и они имеют разную природу. Теория, в отличие от ОТО, однозначно объясняет результаты всех гравитационных эффектов в Солнечной системе.

ОТО Эйнштейна не удовлетворяет принципу соответствия, не объясняет равенство инертной и активной гравитационной масс и не дает однозначного предсказания для гравитационных эффектов. В ней отсутствуют обычные законы сохранения энергии — импульса и момента количества движения материи.

Следует особо отметить, что известное постニュтоновское приближение удовлетворяет принципу соответствия, однозначно описывает гра-



А. А. Логунов

витационные эффекты в Солнечной системе, а также устанавливает равенство инертной и активной гравитационной масс. Однако оно не является однозначным следствием уравнений ОТО, поскольку при его выводе используются дополнительные предположения, не следующие из теории, т. е. совершается выход за пределы ОТО, который основывается на представлении гравитационного поля как физического поля, хотя в ОТО таковым оно не является. Поэтому это приближение нельзя считать однозначным следствием уравнений ОТО. Оно, скорее, угадано, чем получено из теории, тогда как, согласно РТГ, постニュтоновское приближение однозначно следует из уравнений теории. Принципиальные изменения РТГ вносит в характер развития Вселенной и коллапс больших масс.

При анализе развития однородной и изотропной Вселенной РТГ приводит к выводу, что Вселенная бесконечна и она «плоская». Ее развитие идет циклически от некоторой максимальной плотности до минимальной и т. д. Таким образом, никакого Большого точечного взрыва в прошлом не было. Было состояние с большой плотностью и высокой температурой в каждой точке пространства.

© А. А. Логунов. Теория гравитационного поля.— М.: Наука, 2001

Согласно РТГ, так называемое космологическое «расширение» Вселенной, наблюдаемое по красному смещению, объясняется изменением гравитационного поля во времени, а не относительным движением — разбеганием галактик, которого нет. Вещество во Вселенной находится в состоянии покоя относительно инерциальной системы координат. Пекулярные скорости галактик относительно инерциальной системы координат возникли из-за некоторой структуры неоднородности распределения вещества в период, когда Вселенная стала прозрачной. Это означает, что в прошлом расстояние между галактиками никогда не было равным нулю. Теория предсказывает существование во Вселенной большой скрытой массы «темной материи». Согласно РТГ, «черные дыры» невозможны: коллапсирующая звезда не может уйти под свой гравитационный радиус. Объекты больших масс могут существовать, и характеризуются они не только массой, но и распределением плотности вещества, поскольку, согласно ОТО, объекты с массой больше трех масс Солнца превращаются на заключительной стадии эволюции в «черные дыры», то обычно, когда обнаруживают объект с большой массой, его стараются отнести к «черным дырам». Так как предсказания относительно поведения больших масс РТГ принципиально отличаются от предсказаний ОТО, то для проверки выводов теории необходимы более детальные данные наблюдений. Например, в РТГ сферически-симметричная акреция вещества на тело большой массы, находящееся на заключительной стадии эволюции (когда ядерные ресурсы исчерпаны), будет сопровождаться значительным энерговыделением из-за падения вещества на поверхность тела. Тогда как в ОТО при сферически-симметричной акреции вещества на «черную дыру» энерговыделение будет крайне малым, поскольку падающее вещество уносит энергию в «черную дыру». Данные наблюдений за такими объектами могли бы дать ответ: существуют ли в природе «черные дыры». Полевые представления о гравитации с необходимостью требуют введения массы покоя гравитона, которая может быть определена по данным наблюдений: «постоянной» Хаббла и параметру замедления q . Согласно теории, параметр q в настоящее время может быть только положительным, т. е. имеет место замедление «расширения» Вселенной, а не ускорение. Поэтому последние сведения об ускорении «расширения» необходимо тщательно проверить, поскольку выводы теории о «замедлении» след-

дуют из общих физических принципов, упомянутых выше.

Поскольку РТГ строится на основе специальной теории относительности (СТО), мы остановимся на последней более подробно, при этом рассмотрим подход Анри Пуанкаре, как и подход Альберта Эйнштейна. Такой анализ позволит глубже понять различие этих подходов и даст возможность сформулировать суть теории относительности.

Пуанкаре, анализируя преобразования Лоренца, показал, что эти преобразования вместе со всеми пространственными вращениями образуют группу, которая не изменяет уравнений электродинамики. Ричард Фейнман об этом писал: «Именно Пуанкаре предложил исследовать, что можно делать с уравнениями, не меняя при этом их вида. Именно ему принадлежит идея обратить внимание на свойства симметрии физических законов» (Фейнман Р. Характер физических законов. — М.: Мир, 1968. С. 97).

Пуанкаре не ограничился только электродинамикой, он открыл уравнения релятивистской механики и распространил преобразования Лоренца на все силы природы. Открытие группы, которую Пуанкаре назвал группой Лоренца, позволило ему ввести четырехмерное пространство–время с инвариантом, названное впоследствии интервалом

$$d\sigma^2 = (dX^0)^2 - (dX^1)^2 - (dX^2)^2 - (dX^3)^2.$$

Именно отсюда совершенно очевидно, что время и пространственная длина относительны.

Позднее развел теорию в этом направлении Герман Минковский, введя понятия времениподобных и пространственноподобных интервалов. Точно следуя А. Пуанкаре и Г. Минковскому, суть теории относительности можно сформулировать таким образом: все физические явления протекают в пространстве–времени, геометрия которого псевдоевклидова и определяется интервалом (α). При этом важно подчеркнуть, что геометрия пространства–времени отражает динамические свойства материи, которые делают ее универсальной.

С точки зрения истории, следует отметить, что А. Пуанкаре в ранних работах («Измерение времени», «Настоящее и будущее математической физики») подробно описал вопросы постоянства скорости света, одновременности событий в разных точках пространства путем синхронизации часов с помощью светового сигнала. В дальнейшем, опираясь на принцип относительности, ко-

торый он сформулировал в 1904 г. для всех физических явлений, а также на работу Г. Лоренца, опубликованную в том же году, А. Пуанкаре в 1905 г. открыл группу преобразований, назвав ее группой Лоренца. Это позволило ему дать по сути следующую точную формулировку теории относительности: уравнения физических процессов должны быть инвариантными относительно группы Лоренца. Именно такая формулировка появилась у А. Эйнштейна в 1948 г.: «С помощью преобразования Лоренца специальный принцип относительности может быть сформулирован следующим образом: законы природы инвариантны относительно преобразования Лоренца (т. е. закон природы не должен измениться, если отнести его к новой инерциальной системе при помощи преобразования Лоренца для x, y, z, t)» (А. Эйнштейн. Собрание научных трудов. — М.: Наука, 1966. Т. II. Ст. 133. С. 660).

Наличие группы координатно-временных преобразований означает, что существует бесконечный набор эквивалентных (инерциальных) координатных систем, связанных преобразованиями Лоренца. Из инвариантности уравнений следует, что физические уравнения в системах координат x и x' , связанных преобразованиями Лоренца, одинаковы. Но это означает, что любое явление, описываемое как в системе координат x , так и системе x' , при одинаковых условиях даст тождественные результаты, т. е. принцип относительности trivialно выполняется. Некоторые, даже крупные, физики это поняли с трудом, а другие так и не поняли. В этом нет ничего странного, ведь любое изучение требует определенного профессионализма. Удивительно другое: свое непонимание или трудность понимания, испытанную ими, они пытаются объяснить тем, что якобы А. Пуанкаре «не сделал решающего шага», «до конца не дошел». Но эти высказывания характеризуют не уровень выдающихся достижений А. Пуанкаре по теории относительности, а их собственный уровень понимания проблемы.

Именно по этому поводу В. Паули в 1955 г., в связи с 50-летием теории относительности, писал: «И Эйнштейн, и Пуанкаре опирались на подготовительные работы Г. А. Лоренца, весьма близко подошедшего к окончательному результату, но не сумевшего сделать последний решающий шаг. В совпадении результатов, полученных независимо друг от друга Эйнштейном и Пуанкаре, я усматриваю глубокий смысл в гармонии математического метода и анализа, проводимого с помощью мысленных экспериментов, опирающихся на всю совокупность данных физическо-

го опыта» (В. Паули. Физические очерки. — М.: Наука, 1975. С. 189.).

Детально изучая инварианты группы Лоренца, Пуанкаре открыл псевдоевклидову геометрию пространства–времени. Именно на этой основе он установил четырехмерность физических величин: силы, скорости, импульса, тока. Первая краткая работа Пуанкаре появилась в докладах Французской академии наук еще до того, как была направлена в печать работа Эйнштейна. Она содержала точное и строгое описание решения проблемы электродинамики движущихся тел и в то же время распространение преобразования Лоренца на все силы природы, какого бы происхождения они ни были. Очень часто многие историки, да и физики обсуждают вопросы приоритета. По этому вопросу правильная оценка дана академиками В. Л. Гинзбургом и Я. Б. Зельдовичем, которые в 1967 г. писали: «Например, что бы человек ни сделал сам, он не может претендовать на приоритет, если затем выясняется, что тот же результат получен ранее другими» (В. Л. Гинзбург, Я. Б. Зельдович. Знакомый и незнакомый Зельдович. — М.: Наука, 1993. С. 88).

А. Эйнштейн шел к теории относительности по пути анализа понятия одновременности и синхронизации часов, находящихся в разных точках пространства, используя принцип относительности и опираясь на принцип постоянства скорости света: «Каждый луч света движется в «покоящейся» системе координат с определенной скоростью V , независимо от того, испускается ли этот луч света покоящимся или движущимся телом». Но сформулированное им положение нельзя рассматривать как принцип, поскольку оно предполагает определенный выбор координат, а ведь физический принцип не должен зависеть от способа выбора координатной системы. Фактически А. Эйнштейн, по существу, точно следовал работам А. Пуанкаре. Однако при таком подходе невозможно прийти к неинерциальным системам координат, так как в них нельзя пользоваться синхронизацией часов, поэтому теряет смысл понятие одновременности, да и скорость света нельзя считать постоянной.

В ускоренной системе координат собственное время $d\tau$,

$$d\sigma^2 = d\tau^2 - s_{ik}dx^k,$$

$$d\tau = \frac{\gamma_{0\alpha} dx^\alpha}{\sqrt{\gamma_{00}}},$$

$$s_{ik} = -\gamma_{ik} + \frac{\gamma_{0i}\gamma_{0k}}{\gamma_{00}},$$

не является полным дифференциалом, а поэтому синхронизация часов, находящихся в разных точках пространства, зависит от пути синхронизации. Это означает, что такое понятие для ускоренных систем координат неприменимо. Следует подчеркнуть, что координаты в выражении сами по себе не имеют метрического смысла. Физически измеряемые величины необходимо строить с помощью координат и метрических коэффициентов $g_{\mu\nu}$. Но все это в СТО долгое время не было понятно, поскольку обычно следовали подходу Эйнштейна, а не Пуанкаре и Минковского. Таким образом, исходные положения Эйнштейна имели сугубо ограниченный частный характер, хотя, может быть, они и создавали иллюзию простоты. Именно поэтому А. Эйнштейн даже в 1913 г. писал: «В обычной теории относительности допускаются только линейные ортогональные преобразования» (А. Эйнштейн. Собрание научных трудов. — М.: Наука, 1965. Т. I. Ст. 21. С. 232). Или немного позднее в том же году он пишет: «В первоначальной теории относительности независимость физических уравнений от специального выбора системы отсчета основывается на постулировании фундаментального инварианта $ds^2 = \sum dx_i^2$, а теперь речь идет о том, чтобы построить теорию (имеется в виду общая теория относительности. — Прим. авт.), в которой роль фундаментального инварианта играет линейный элемент общего вида

$$ds^2 = \sum_{ik} g_{ik} dx^i dx^k.$$

Аналогичное утверждение А. Эйнштейн высказывал и в 1930 г.: «В специальной теории относительности разрешаются только такие изменения координат (преобразования), что и в новых координатных величинах ds^2 (фундаментальный инвариант) имеет вид суммы квадратов дифференциалов новых координат. Такие преобразования называются преобразованиями Лоренца» (А. Эйнштейн. Собрание научных трудов. — М.: Наука, 1966. Т. II. Ст. 95. С. 281).

Отсюда следует, что подход А. Эйнштейна не привел его к представлению о псевдоевклидовой геометрии пространства–времени. Сравнивая подходы Пуанкаре и Эйнштейна к построению СТО, видим, что подход Пуанкаре более глубокий и общий, поскольку именно он определил псевдоевклидову структуру пространства–времени.

Подход Эйнштейна существенно сужал рамки СТО, а поэтому в течение весьма долгого времени считалось, что СТО справедлива только в инерциальных системах координат. При этом пространство Минковского рассматривалось как некоторая полезная геометрическая интерпретация

основ СТО в подходе Эйнштейна. Переидем теперь к гравитации. А. Пуанкаре в 1905 г. писал, что «силы любого происхождения, и в частности силы тяготения, ведут себя при поступательном движении (или, если угодно, при преобразованиях Лоренца) совершенно так же, как электромагнитные силы» (А. Пуанкаре. Специальный принцип относительности. — М.: Атомиздат, 1973. С. 152.). Именно по этому пути мы и будем следовать.

Эйнштейн, обратив внимание на равенство инертной и гравитационной масс, пришел к убеждению, что силы инерции и гравитации родственны, поскольку их действие не зависит от массы тела. В 1913 г. он сделал вывод, что если в выражение (a) ввести «новые координаты x_1, x_2, x_3, x_4 при помощи произвольной подстановки, то относительно новой координатной системы движение точки будет происходить согласно уравнению

$$\delta \{ \int ds \} = 0, \text{ причем } ds^2 = \sum_{\mu\nu} g_{\mu\nu} dx^\mu dx^\nu,$$

И далее он отмечал: «В новой координатной системе движение материальной точки определяется величинами $g_{\mu\nu}$, которые в соответствии с предыдущими параграфами следует понимать как составляющие гравитационного поля, как только мы захотим рассматривать эту новую систему “покоящейся”» (А. Эйнштейн. Собрание научных трудов. — М.: Наука, 1965. Т. I. Ст. 23. С. 286).

Такое отождествление метрического поля, полученное из (a) с помощью координатных преобразований, с гравитационным полем не имеет никаких физических оснований, поскольку эти преобразования координат не выходят за рамки псевдоевклидовой геометрии. С нашей точки зрения недопустимо считать такое метрическое поле гравитационным полем, поскольку это противоречит самой сущности понятия поля как физической реальности. Поэтому нельзя согласиться со следующими рассуждениями А. Эйнштейна: «По отношению к системе K' гравитационное поле «существует» в том же самом смысле, как и всякая другая физическая величина, которая может быть определена в некоторой системе координат, несмотря на то, что не существует в системе K . Здесь нет ничего странного, и это легко доказать следующим примером, заимствованным из классической механики. Никто не сомневается в «реальности» кинетической энергии, так как иначе пришлось бы отрицать энергию вообще. Однако ясно, что кинетическая энергия тел зависит

от состояния движения координатной системы: подходящим выбором последней можно, очевидно, сделать так, что в некоторый определенный момент кинетическая энергия поступательного движения одного тела примет наперед заданное положительное или нулевое значение. В специальном случае, при одинаково направленных и равных скоростях всех масс, можно подходящим выбором координатной системы сделать общую кинетическую энергию равной нулю. Аналогия, на мой взгляд, полная» (А. Эйнштейн. Собрание научных трудов. — М.: Наука, 1965. Т. I. Ст. 46. С. 620).

А. Эйнштейн, как мы видим, отказался от концепции классического поля Фарадея—Максвелла, обладающего плотностью энергии-импульса, в применении к гравитационному полю. Этот путь и привел его к построению ОТО, к нелокализуемости гравитационного поля. Если же рассматривать гравитационное поле как физическое поле, то оно, как и все физические поля, характеризуется тензором энергии-импульса $t^{\mu\nu}$. Если в какой либо системе координат, например, K' , гравитационное поле существует, то это означает, что некоторые компоненты (или все) тензора $t^{\mu\nu}$ отличны от нуля. Путем преобразования координат тензор $t^{\mu\nu}$ нельзя обратить в нуль, т. е. если гравитационное поле существует, то это физическая реальность, и ее нельзя уничтожить выбором системы координат. Сравнивать такое гравитационное поле с кинетической энергией неправомерно, так как последняя не характеризуется ковариантной величиной. Следует отметить, что данное сравнение недопустимо и в ОТО, поскольку гравитационное поле в этой теории характеризуется тензором кривизны Римана. Если он отличен от нуля, гравитационное поле существует, и его нельзя уничтожить выбором системы координат даже локально.

Ускоренные системы координат сыграли в исследованиях А. Эйнштейна важную эвристическую роль, хотя они и не имеют никакого отношения к сути ОТО. Отождествив ускоренные системы координат с гравитационным полем, А. Эйнштейн пришел к метрическому тензору пространства—времени как основной характеристике гравитационного поля, но метрический тензор отражает не только собственные свойства геометрии, но и выбор координатной системы. На этом пути появляется возможность объяснить силу гравитации кинематически, сведя ее к силе инерции, но при этом приходится отказаться от гравитационного поля, как физического поля. «Гравитационные поля, — писал А. Эйнштейн

в 1918 г., — можно задавать, не вводя направлений и плотности энергии» (А. Эйнштейн. Собрание научных трудов. — М.: Наука, 1965. Т. I. Ст. 47. С. 627). Но это очень большая потеря и с ней нельзя согласиться. Однако, как мы увидим, при построении РТГ этой потери можно избежать.

Удивительно, но А. Эйнштейн даже в 1933 г. писал: «В специальной теории относительности, как показал Г. Минковский, эта метрика была квазивклидовой, т. е. квадрат «длины» ds линейного элемента представлял собой определенную квадратичную функцию дифференциалов координат. Если же вводятся другие координаты с помощью нелинейного преобразования, то ds^2 останется однородной функцией дифференциалов координат, но коэффициенты этой функции $g_{\mu\nu}$ будут уже не постоянными, а некоторыми функциями координат. Математически это означает, что физическое (четырехмерное) пространство обладает римановой метрикой» (А. Эйнштейн. Собрание научных трудов. — М.: Наука, 1966. Т. II. Ст. 110. С. 405).

Это, конечно, правильно, ибо преобразованиями координат невозможно превратить псевдоевклидову метрику в риманову. Но главное здесь не в этом, а в том, что именно этим путем, благодаря глубокой интуиции, А. Эйнштейн пришел к необходимости введения именно риманова пространства, считая, что метрический тензор этого пространства $g_{\mu\nu}$ описывает гравитацию. Так был, по существу, открыт тензорный характер гравитации. Единство римановой метрики и гравитации является основным принципом общей теории относительности. В. А. Фок об этом принципе писал, что «он и составляет сущность теории тяготения Эйнштейна» (В. А. Фок. Теория пространства, времени и тяготения. — М.: Гостехиздат, 1961. С. 308). Однако с общей точки зрения оставался неясным вопрос: почему надо связать гравитацию именно с римановым пространством, а не с каким-то другим. Введение риманова пространства позволило использовать скалярную кривизну R как лагранжеву функцию и с помощью принципа наименьшего действия получить уравнения Гильберта — Эйнштейна. Так завершилось построение общей теории относительности Эйнштейна. При этом, как особенно подчеркивал Дж. Синг, «в теории Эйнштейна в зависимости от того, отличен от нуля тензор Римана или равен нулю, гравитационное поле присутствует или отсутствует. Это свойство абсолютно, оно никак не связано с мировой линией какого-то наблюдателя» (Дж. Синг. Общая

теория относительности. — М.: Изд-во Иностр. лит., 1963. С. 9).

Однако в ОТО возникли трудности с законами сохранения энергии-импульса и момента количества движения. Д. Гильберт по этому поводу писал: «Я утверждаю, что для общей теории относительности, т. е. в случае общей инвариантности гамильтоновой функции, уравнений энергии, которые... соответствуют уравнениям энергии в ортогонально-инвариантных теориях, вообще не существует, я даже мог бы отметить это обстоятельство как характерную черту общей теории относительности» (В. П. Визгин. Релятивистская теория тяготения. — М.: Наука, 1981. С. 319). Все это объясняется тем, что в римановом пространстве отсутствует десятипараметрическая группа движения пространства-времени, а поэтому в принципе нельзя ввести законы сохранения энергии-импульса и момента количества движения, подобные тем, какие имеют место в любой другой физической теории.

Другой особенностью ОТО по сравнению с известными теориями является наличие в лагранжиевой функции R вторых производных. Около 50 лет назад Натан Розен показал, что если наряду с римановой метрикой $g_{\mu\nu}$ ввести метрику $\gamma_{\mu\nu}$ пространства Минковского, то можно построить скалярную плотность лагранжиана гравитационного поля, которая будет содержать производные не выше первого порядка. Он, в частности, построил такую плотность лагранжиана, которая приводит к уравнениям Гильberta – Эйнштейна. Так возник двуметрический формализм. Однако такой подход сразу усложнил проблему построения теории гравитации, поскольку, используя тензоры $g_{\mu\nu}$ и $\gamma_{\mu\nu}$, можно написать большое число скалярных плотностей, и совершенно не ясно, какую скалярную плотность необходимо выбрать в качестве плотности лагранжиана для построения теории гравитации. Хотя математический аппарат ОТО позволяет ввести вместо обычных производных ковариантные производные пространства Минковского, но, поскольку метрика $\gamma_{\mu\nu}$ не входит в уравнение Гильberta – Эйнштейна, ее использование в ОТО лишено какого-либо физического смысла, так как решения для метрики $g_{\mu\nu}$ не зависят от выбора $\gamma_{\mu\nu}$. Следует отметить, что замена обычных производных на ковариантные в пространстве Минковского оставляет данные уравнения неизменными. Это объясняется тем, что если в тензоре кривизны Римана заменить обычные производные ковариантными в пространстве Минковского, то он не изменится. Такая замена в тензоре Римана есть не что

иное, как тождественное преобразование. Именно поэтому в рамках ОТО такую свободу записи тензора Римана нельзя использовать, поскольку метрический тензор пространства Минковского не входит в уравнения Гильberta – Эйнштейна.

При построении РТГ эта свобода записи тензора Римана оказывается чрезвычайно необходимой. Но при этом метрика пространства Минковского входит в уравнения гравитационного поля, а само поле рассматривается как физическое поле в пространстве Минковского. В ОТО мы имеем дело только с метрикой риманова пространства как основной характеристикой гравитации, в которой находят отражение собственные свойства геометрии и выбор системы координат. При выключении гравитационного взаимодействия, т. е. когда тензор кривизны Римана равен нулю, мы приходим к пространству Минковского. Именно из-за этого в ОТО возникает проблема с выполнимостью принципа соответствия, так как нельзя определить, в какой системе координат (инерциальной или ускоренной) мы оказались при выключении гравитационного поля.

Релятивистская теория гравитации может строиться по-новому, как полевая теория гравитационного поля в рамках специальной теории относительности. Исходным положением служит гипотеза о том, что источником гравитации является универсальная характеристика материи – тензор энергии-импульса. Гравитационное поле рассматривается как универсальное физическое поле со спинами 2 и 0, из-за действия которого и возникает эффективное риманово пространство. Это позволяет найти калибровочную группу и однозначно построить плотность лагранжиана гравитационного поля. Система уравнений данной теории общековариантна и форминвариантна относительно группы Лоренца. При этом в теории с необходимостью требуется введение массы гравитона. Масса гравитона существенно влияет на эволюцию Вселенной и изменяет характер гравитационного коллапса.

ЛОГУНОВ Анатолий Алексеевич —

физик-теоретик, специалист в области частиц высоких энергий, академик, в 1977–1991 гг. ректор Московского университета, Герой Социалистического Труда, лауреат Ленинской и дважды Государственных премий

России нужна новая энергетика

Проект обращения к Президенту РФ В. В. Путину, подготовленный по инициативе Л. П. Феоктистова и с его участием в январе 2002 г.

Л. П. ФЕОКТИСТОВ



Л. П. Феоктистов

Президент В. В. Путин на саммите тысячелетия в штаб-квартире ООН выступил с некоторыми инициативами, направленными на то, чтобы сделать мир более безопасным, более справедливым, более демократическим. В заявлении В. В. Путина содержится, в частности, такое предложение: «Разработать под эгидой

МАГАТЭ международный проект, призванный исключить использование в мирной ядерной энергетике обогащенного урана и чистого плутония. Реализация этой инициативы, по нашему убеждению, не только станет важным вкладом в дело ядерного нераспространения, но и проложит путь к освобождению человечества от крайне серьезной проблемы радиоактивных отходов».

Очень важно подчеркнуть, что на самом высоком государственном и международном уровнях, впервые за весь послечернобыльский период развитие ядерной энергетики было провозглашено как приоритетное для человечества в нашем веке. Для нас, россиян, особый смысл заключен также в том, что инициатива исходит от руководителя нашего государства, России.

В силу особенностей развития нашей страны огромные средства, материальные и интеллектуальные, на протяжении 50 предшествующих лет были вложены в освоение ядерной энергии. Несомненно, по промышленному, кадровому потенциалу Россия по-прежнему занимает передовые позиции в мире. Ядерная энергетика — одна из отраслей промышленности, где Россия конкурентоспособна в мировом масштабе.

Злободневность проблемы обуславливается тем общественным обстоятельством, что органическое топливо исчерпывается. По всем предположениям, и мировое сообщество, и наша собственная экономика будут испытывать неразрешимые противоречия уже в ближайшие десятилетия, если не окажутся

вовлечеными в оборот сырьевые ресурсы ядерной энергетики, по сути своей беспредельные. Для массовой энергетики человек пока не придумал никакой иной, кроме ядерной, альтернативы.

Вместе с тем пределы совершенствования в любой сложной технике практически беспредельны, что многократно демонстрировали наши специалисты-ядерщики как в военной области, так и в реакторостроении и сопутствующих технологиях.

Возникшие во второй половине XX столетия АЭС, экономные и удовлетворительные для своего времени, сегодня требуют усовершенствования с точки зрения технических показателей, и восприятие общественностью ядерной энергетики как таковой пока далеко не однозначно. Часть концептуальных положений обозначены в послании В. В. Путина, а именно:

1. Необходимо, чтобы развитие ядерной энергетики не вступило в противоречие с Договором о нераспространении ядерного оружия. В частности, ядерная энергетика во всем цикле не должна использовать ядерные материалы, непосредственно пригодные для применения в ядерном оружии.

2. Процесс обращения с радиоактивными отходами во всем замкнутом цикле должен быть оптимизирован таким образом, чтобы минимально воздействовать на окружающую природу и соответствовать принятым международным нормам.

Кроме того, существующим АЭС присущ принципиальный недостаток: в них, в сущности, сжигается только уран-235, которого в природном уране мало, около 1/200 после обогащения. Важнейшей задачей является вовлечение в горение дешевого и распространенного урана-238 (или тория-232). Только при условии вовлечения в горение урана-238 можно считать решенной проблему сырьевой базы на тысячу лет. даже если исходить из количества уже добывшего урана. По-прежнему актуальной является и надолго останется такой проблема безопасности АЭС, включающая в себя всякие приемы, автоматически, не только вследствие действий оператора, недопускающие перехода активной зоны реактора во взрывоопасное состояние или расплавление тепловыделяющих элементов при отказе контура теплосъема.

© Лев и атом. — М.: «Воскресение», 2003 г.

Как видно, задач много, уже сейчас ясно, каким образом можно было бы решить все требования в одном аппарате во всем цикле обращения с радиоактивными отходами.

По расходу денежных средств, привлечению научных, инженерных, рабочих кадров задача создания государственной обновленной ядерной энергетики сопоставима с той, которая возникла в середине 50-х гг. в связи с ядерным оружием. Решение ее не может быть скоротечным. Приступить к ней надо сегодня, иначе избежать энергетического кризиса невозможно.

Мыслимое развитие событий можно было бы, на наш взгляд, представить в такой последовательности. От лица Государственной думы (или Президента) объявляется открытый конкурс, обращенный ко всем заинтересованным организациям (не только Минатома). В нем предлагаются сформулировать конкретные предложения развития атомной энергетики, расчетно обоснованные и учитывающие положения, отмеченные Президентом. Исполнение проекта рассчитано на 2 года. При соответствующей финансовой поддержке, весьма умеренной на этой стадии, можно ожидать около двадцати предложений. Далее по истечении срока компетентная комиссия — лучше всего ядерного отделения РАН — рекомендует 2–3 наилучших в качестве прототипа. На пилотных вариантах (моделях АЭС) исследуются в продолжении 5 лет характерные особенности и производится окончательный выбор одного из них с тем, чтобы в последующие 50 лет на основе массового, серийного производства выйти на рубеж мощности 100–200 ГВт(э) ядерной энергетики с удвоением мощности каждые последующие 50 лет.

Проект постановления

В развитие инициативы Президента РФ В. В. Путина, обозначенной на саммите тысячелетия ООН, объявляется Всероссийский конкурс, цель которого — научное обоснование новых предложений в области использования ядерной энергии в энергетике. Ведущие ядерные центры, включая институты РАН, представляют проекты станций в виде документа (отчета), в котором четко сформулирована конкретная идея, подтвержденная теоретико-расчетными исследованиями и накопленным экспериментальным материалом.

Проект предусматривает ограничения:

1. В любой стадии ядерного замкнутого цикла (запуск и изготовление твэлов, переработка топлива и т. д.) не допускается использование, выявление активных материалов, непосредственно пригодных для применения в ядерном оружии (плутония в чистом виде и любом изотопном содержании, плутония-239 с природным ураном в концентрации, превышающей 20%, урана-235 — с концентрацией

свыше 30% в природном уране, урана-233 (с торием, ураном) свыше — 20%).

2. Темп развития ядерной энергетики составляет 100 ГВт(э) за первые 50 лет с обеспечением активно-делительными материалами в размерах: по плутонию — не более 70 т, по урану-235 — менее 500 т, по природному (отвальному) урану — в пределах 300 тыс. т.

3. Внутреннее расширенное воспроизведение активного материала предусматривает удвоение электрической мощности каждые следующие 50 лет.

При безусловном выполнении предыдущих пунктов предпочтение будет отдано тем проектам, в которых:

1. Предельно упрощен весь цикл обращения с радиоактивным топливом (перегрузка, камеры-отстойники для выгружаемого топлива, технология переработки топлива и возвращение его в оборот), включая предложения по обращению (захоронению) с радиоактивными отходами, и реставрационным работам после закрытия станции.

2. Предприняты все меры, направленные на надежность и безопасность станции как внутреннюю (взрывоопасность, расплавление твэлов в непредвиденных ситуациях и т. д.), так и внешнюю, действующую на окружающую среду. Элементы внутренней безопасности, обязанные ядерно-физическими особенностям конструкции, и механические средства противостояния внешнему воздействию (в частности, терроризму). Автоматизация управления станцией, минимум персонала.

3. Ресурс станции не менее 50 лет.

Дополнительные замечания

Никаких ограничений в части выбора особенностей станции — ядерно-делительная, термоядерная, комбинированная (гибридная) на тепловых или быстрых нейтронах, по виду теплоносителя и т. д. — нет.

Срок исполнения проекта — 2 года (с 01.07.02).

Учреждения, исполняющие проект, могут участвовать только в одном из них. Ответственность за исполнение и расходование денежных средств, выданных в поддержку проекта, несут директор (научный руководитель) и назначенный руководитель проекта.

Два проекта, выигравшие конкурс, переходят в опытно-конструкторскую стадию и затем в массово-серийное производство.

ФЕОКТИСТОВ Лев Петрович (1928–2002) —

академик РАН, лауреат Ленинской
и Государственной премий, Герой
Социалистического Труда, научный руководитель
ВНИИТФ, почетный член Европейской академии
наук, искусств и литературы

Среди награжденных в 1956 г. в связи с успешным испытанием в 1955 г. первого двухступенчатого термоядерного заряда РДС-37 не было немецкого ученого-иммигранта Клауса Фукса, внесшего неоценимый вклад в решение проблем создания отечественной атомной промышленности, атомных бомб и водородной бомбы. Осужденный в 1950 г. английским судом за передачу Советскому Союзу атомных секретов, он к тому времени уже седьмой год находился в тюремном заключении. Только спустя много лет К. Фукс уже посмертно был награжден в СССР орденом Дружбы народов. Исключительные заслуги К. Фукса перед нашей страной получили скромное и, безусловно, неадекватное признание.

чина). Заполнитель, прозрачный для излучения, выходящего из детонатора, окружен непрозрачным кожухом, который удерживает излучение в заполнителе и служит защитой от излучения для бустера (часть «трубы», в которой к дейтерию добавлен тритий в количестве 4 %. — Примеч. авт.) и основного (дейтериевого. — Примеч. авт.) заряда... Количество производимой энергии, энергии, поступающей в заполнитель, и температура заполнителя представлены на графике. Эти данные — результат приближенных вычислений, нуждающихся в уточнении. Первичный узел (первичный для инициирования «трубы», фактически он является вторичным; в официальном переводе он назван «запалом». — Примеч. авт.) содержит 346 г жидкой смеси дейтерия и трития

Клаус Фукс и термоядерная

Анализ рассекреченных архивных документов позволяет заключить, что К. Фуксом по каналам разведки были переданы СССР, наряду с другой важнейшей информацией, материалы об американском проекте водородной бомбы «классический супер» (или «труба», 1945 г.) и двухступенчатом инициаторе для «трубы». Инициатор работал на предложенном К. Фуксом в 1946 г. принципе радиационной имплозии. Информация инициировала начало исследований возможности создания водородной бомбы в СССР (1945 г.).

В материале К. Фукса, переданном СССР в Лондоне в марте 1948 г. через сотрудника советской разведки А. С. Феклисова, дано подробное описание конструкции бомбы с двухступенчатым инициирующим блоком и описание процессов, протекающих при его взрыве: «Детонатор (первичный узел. — Примеч. авт.) представляет собой делительную бомбу пушечного типа. Активным веществом служит уран-235 40% чистоты в количестве 71 кг. Заполнителем является BeO. КПД детонатора составляет 5% (расчетная вели-

в соотношении 50 : 50. Запал сначала сжимается до трехкратной плотности (взрывом ВВ. — Примеч. авт.). Но это предварительное сжатие может быть не обязательным. По мере нагревания заполнителя и запала излучением в результате взрыва детонатора запал сжимается еще больше, возможно до 10-кратной плотности (перенос излучения выравнивает температуры в запале и заполнителе и, таким образом, приводит к возникновению разности давлений). Вследствие сжатия смеси запала происходит ее воспламенение, т. е. возникает ядерная реакция. По-видимому, запал обладает очень высокой эффективностью освобождения энергии (примерно 80%)».

Перевод на русский язык материалов К. Фукса 1948 г. № 713а (о сверхбомбе) и № 713б (об атомных бомбах) был немедленно доставлен Л. П. Берия, который 23 апреля 1948 г. поручил Б. Л. Ванникову и И. В. Курчатову тщательно проанализировать материалы и в 2-3-дневный срок дать по ним заключение с предложениями по организации необходимых исследований и работ в связи с новыми данными, имеющимися в материалах. Л. П. Берия поручил также ознакомить с материалами

* Полный вариант статьи опубликован в журнале УФН. 2005. Т. 175. № 11.

Ю. Б. Харитона и получить от него заключение и практические предложения по работам КБ-11.

В своем заключении, подписанном 5 мая 1948 г., Б. Л. Ванников и И. В. Курчатов отметили: «Приведенные в материале № 713а принципиальные соображения о роли трития в процессе передачи взрыва от запала из урана-235 к дейтерию, соображения о необходимости тщательного подбора мощности уранового запала и соображения о роли частиц и квантов при передаче взрыва дейтерию являются новыми».

Эти материалы представляют ценность в том отношении, что помогут т. Зельдовичу в его работах по сверхбомбе, выполняемым согласно утвержденным Первым Главным управлением планам. Следует усилить проведение научно-ис-

трития, затем смесь дейтерия с 4 % трития и, наконец, дейтерий.

Имеется ряд не вполне еще ясных, но физически важных замечаний, касающихся механизма инициирования, например, о прозрачном для излучения наполнителе и о непрозрачной его оболочке, о наличии оптимума мощности уранового запала и о его составе (40 % уран-235), о передаче реакции от запала с 50 % трития к промежуточному детонатору с 4 % трития посредством нейтронов...

В результате рассмотрения старых и последних материалов получается впечатление, что после длительных поисковых работ теоретического и экспериментального характера нашупаны основы конструкции...»

Г. А. ГОНЧАРОВ

бомба СССР*

следовательских работ в этой области и приступить к разработке конструкции».

Б. Л. Ванников и И. В. Курчатов предложили создать в КБ-11 конструкторскую группу по разработке проекта дейтериевой сверхбомбы и к 1 января 1949 г. разработать ее эскизный проект.

В тот же день свое заключение по материалам К. Фукса представил Ю. Б. Харитон: «Новые материалы № 713а и 713б содержат ряд весьма интересных, ранее неизвестных сведений, которые могут ускорить решение ряда практических задач.

Материал № 713а относится к сверхбомбе, в которой рабочим веществом является дейтерий, а запалом — сорокапроцентный уран-235. Материал № 713б посвящен анализу многочисленных вариантов конструкций бомб на основе плутония, урана-235 и их комбинаций.

Материал № 713а содержит описание основных частей сверхбомбы и эскиз, дающий представление о размерах нескольких важных деталей. Описана вся система инициирования, сначала 40 % уран-235, затем смесь дейтерия с 50 %

Говоря о дополнительных работах КБ-11 в связи получением новых материалов Ю. Б. Харитон отметил, что «было бы целесообразно теперь же приступить к составлению эскизного проекта сверхбомбы... Для конструирования сверхбомбы нужно организовать конструкторскую группу».

Из заключения Ю. Б. Харитона видно, что в то время не была понята физическая сущность идеи и схемы радиационной имплозии из материала К. Фукса № 713а. Это непонимание продолжалось до начала 1954 г. Ему способствовала крайняя ограниченность круга лиц, допущенных к материалу № 713а. Из сотрудников группы Я. Б. Зельдовича допуск к этому материалу имел только он сам. Д. А. Франк-Каменецкий допущен к материалу № 713а не был, хотя имел допуск ко всем другим разведывательным материалам, присланным в КБ-11 и хранившимся в сейфе Ю. Б. Харитона (до 1956 г.). Когда в марте 1949 г. Ю. Б. Харитон обратился к Л. П. Берия с просьбой ознакомить с экспериментальными данными по сечениям DT-реакции из документа К. Фукса И. Е. Тamma и А. С. Компанейца, М. Г. Первухин и П. Я. Мешник написали

Л. П. Берия: «Передавать материалы не следует, чтобы не привлекать к этим документам лишних людей...» И. Е. Тамм и А. С. Компанеец получили тогда только выписки из материалов с данными по сечениям. Что касается А. Д. Сахарова, то в свой первый приезд в КБ-11 в июне 1949 г. он написал план работ по водородной бомбе, который в разделе работ по «трубе» содержал пункт: «Инициирование (цилиндрического. — Примеч. авт.) заряда (дейтерия. — Примеч. авт.) взрывом в пушечном варианте или дополнительным зарядом с триоксаном (тритием. — Примеч. авт.)». Это указывает на то, что А. Д. Сахаров в это время уже был знаком со схемами инициирования «трубы» из материалов К. Фукса 1945 и 1948 гг.

В записке Я. Б. Зельдовича и А. Д. Сахарова на имя Ю. Б. Харитона, датированной январем 1954 г., еще отсутствовало понимание возможности выпуска излучения из первичной атомной бомбы и использования его для обжатия термоядерного узла.

Прозрение наступило в марте-апреле 1954 г., когда была осознана возможность использования излучения первичной атомной бомбы для симметричного обжатия вторичного термоядерного узла. Рождение нового принципа было воспринято сотрудниками КБ-11 как сенсация. Стало ясно, что перед разработчиками термоядерного оружия открылись огромные перспективы. Коллектив теоретиков КБ-11 включился в работы по обоснованию возможности создания высокоэффективной водородной бомбы на новом принципе, а затем в работы по выбору ее конкретной конструкции для первого испытания с огромным энтузиазмом.

В памяти участников работ сохранился внезапный характер появления новых идей. Об этом ярко написал один из ближайших сотрудников Я. Б. Зельдовича Л. П. Феоктистов: «Внезапно появились, как свет в темном царстве, новые идеи и стало ясно, что наступил «момент истины». Молва приписывала эти основополагающие мысли в духе Теллера то Я. Б. Зельдовичу, то А. Д. Сахарову, то обоим, то еще кому-то, но всегда в какой-то неопределенной форме: вроде бы, кажется и т. п. К тому времени я был хорошо знаком с Я. Б. Зельдовичем. Но ни разу не слышал от него прямого подтверждения на этот счет (как, впрочем, и непосредственно от А. Д. Сахарова)».

Я. Б. Зельдович и А. Д. Сахаров не могли в связи с появлением новых идей назвать имя К. Фукса, так как в СССР было запрещено ссылаться на разведданные. Но имя К. Фукса назвал

Э. Теллер. Приведем цитату из книги Д. Холловея «Сталин и бомба»: «Эдвард Теллер утверждал (в комментариях к меморандуму Г. Бете, написанных в августе 1952 г. — Примеч. авт.), что Советский Союз вполне мог продвинуться много дальше Соединенных Штатов в разработке транспортабельной водородной бомбы. Теллер оспаривал тезис Бете, что интенсивная работа по идеям 1946 г. не привела бы к созданию работоспособной конструкции. Теллер не соглашался с характеристикой Бете открытия Теллера-Улама как «случайного»: модификации ранних идей, утверждал он, могли бы дать практические результаты. Теллер утверждал, что «радиационная имплозия является важным, но не уникальным элементом в конструировании термоядерных бомб». Более того, он утверждал, что «основной принцип радиационной имплозии был открыт в связи с термоядерной программой и излагался на конференции по термоядерным бомбам весной 1946 г. Доктор Бете не присутствовал на этой конференции, а доктор Фукс участвовал в ее работе».

Теллер был озабочен тем, что, если Фукс передал идею радиационной имплозии советским ученым, они могли бы прийти к конфигурации Теллера-Улама раньше, чем это сделали сами Теллер и Улам». Но этого не произошло. В 1953 г. Советский Союз первым создал транспортабельную одноступенчатую бомбу с дейтеридом лития. После этого в США впервые была создана транспортабельная двухступенчатая термоядерная бомба с дейтеридом лития. Через 1,5 года в (1955 г.) аналогичная бомба — РДС-37 — была взорвана в СССР. Сброс термоядерной бомбы с самолета США осуществили только в 1956 г. — позже воздушного испытания РДС-37.

Открытие принципов конструирования и создание двухступенчатого термоядерного заряда РДС-37 явились подлинным прорывом на пути к достижению стратегического ядерного равновесия с Соединенными Штатами Америки и исключению возможности новой мировой войны. В этом блестящем достижении нашей страны велика роль и Клауса Фукса. Отмечая пятидесятилетие со дня испытания первого отечественного двухступенчатого термоядерного заряда РДС-37 и воздавая должное подвигу его создателей, мы не должны забывать его имя.

ГОНЧАРОВ Герман Арсеньевич —
главный научный сотрудник РФЯЦ-ВНИИЭФ,
доктор физ.-мат. наук, профессор, Герой
Социалистического Труда, лауреат Ленинской
и Государственных премий

ЗАЩИТА ЗЕМЛИ

Выступление на конференции «Космическая защита Земли» в Снежинске. 1997 г.

Э. ТЕЛЛЕР



Э. Теллер

Перед нами стоит трудная задача — показать, что ядерная энергия, в том числе и ядерные взрывы, очень важны и могут быть полезны всему человечеству. Многие считают, что мы не должны разрабатывать какие-либо новые ядерные устройства для обеспечения защиты Земли. Мне кажется, дело не в этом. Я считаю, что для этих целей ядерное оружие необходимо. Однако уже имеющееся оружия вполне достаточно. Есть люди, которые со мной не согласны. Но нет таких, которые полагали бы, что существует острая необходимость в создании каких-либо новых ядерных зарядов.

Тезис — никакие ядерные устройства не должны быть использованы против комет — важен, и в то же время неверен. Мы можем спорить о частностях: можно ли, например, использовать ядерные устройства на расстоянии ближе диаметра лунной орбиты или же расстояние до Земли должно быть больше, порядка астрономической единицы. По этому пункту мы можем иметь разные мнения. Но тезис о неоправданности и опасности ядерных взрывов в космосе неверен в целом, и мы обязаны с ним спорить.

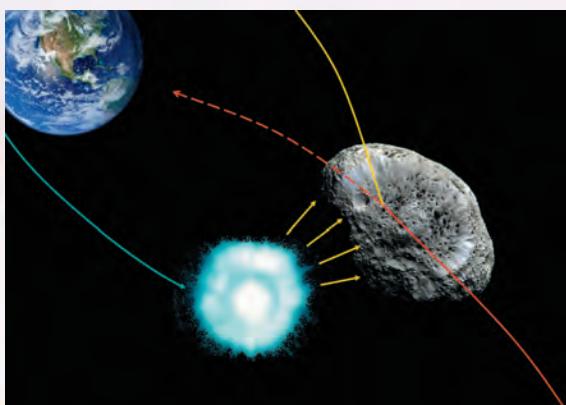
Теперь я хочу коснуться политического аспекта проблемы. Можно услышать, что применение ядерных устройств для защиты планеты может вызвать какие-то негативные последствия, привести к общественным катастрофам. Это неверно. Я полагаю, что совместная работа, особенно сотрудничество между США и Россией — это лучший способ достичь взаимопонимания. Участники конференции должны понимать это яснее других, потому что мы выступаем за сотрудничество и максимальную открытость.

Я хотел бы остановиться на тех моментах, которые могут вызвать разногласия. Прежде всего я выражую солидарность с основными положениями выступления г-на Моррисона, которые я сформулировал бы так: страх перед опасностью комет и астероидов — очень древнее чувство, а вот возможность решения этой проблемы нова. Лишь

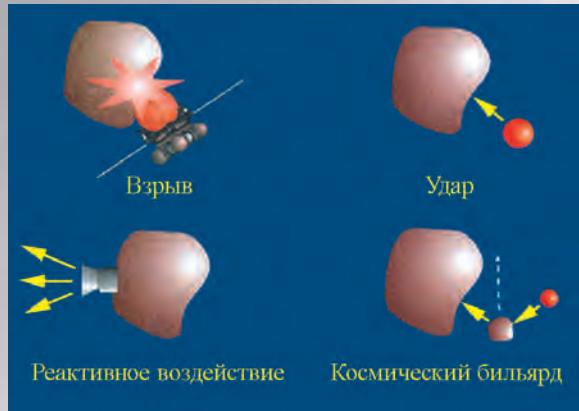
несколько десятилетий назад мы смогли проникнуть в космос, обладая при этом большим запасом энергии. Это сделало оборону от рассматриваемых объектов гораздо более простой, чем защита, например, от землетрясения. Этот факт оправдывает наш сегодняшний призыв к действию.

Я сейчас не хочу говорить о частностях. Это неважно — нужно ли рассматривать в первую очередь столкновения с большими объектами или с малыми. Я призываю к другому: изменить отношение к ядерным взрывам. Мы накопили большое число ядерных боеприпасов и знаем о них достаточно много по сравнению с информацией о кометах, каменных или железных метеоритах, о которых мы знаем гораздо меньше. Сама идея о том, что многие из них могут быть превращены в мелкие осколки, достаточно нова. Я призываю к исследованию этих тел и вычислению возможности изменения их траекторий. Мне кажется, что полное разрушение вероятнее небольшого отклонения от исходной траектории, однако подобных расчетов мало, и они не закончены.

Расчеты важны, но я полагаю, что эксперименты еще важнее. Мы должны посмотреть, как различные типы ядерных зарядов будут влиять на различные типы небесных тел. Нам необходимо знать это досконально, и любой неэкспериментальный путь будет гораздо менее эффективным и менее информационным. Защита от опасных космических тел, больших и малых — это защита интересов человечества в целом, и она может быть достигнута только совместными усилиями. Но для этого потребуются гораздо более полные знания о воздей-



Разрушение астероида с помощью ядерного взрыва



Способы воздействия на астероиды

ствии ядерного заряда на космическое тело. Если мы примем определенные меры предосторожности, такие эксперименты могут быть проведены с нулевой опасностью. И я полагаю, что результаты исследований не могут быть достаточно надежными и убедительными без подобных экспериментов.

После этих утверждений я хотел бы привести конкретный аргумент. Чтобы сообщить опасному объекту скорость, которая изменит его орбиту, мы должны — и технически это возможно — приложить к нему соответствующий момент. Это можно сделать путем нагревания его внешней поверхности за счет поглощения нейтронов. Желаемого эффекта можно добиться сильным ударом, который получается в результате ядерного взрыва. Воздействие можно и смягчить, если использовать несколько взрывов в нужной последовательности.

Легче всего получить сильную ударную волну, но это может вызвать не всегда предсказуемые эффекты. Опасные космические объекты могут распасться на большое количество не менее опасных кусков. Если даже этого не произойдет, они могут оказаться состоящими из частей, связанных слабыми силами. Я хотел бы поставить вопрос: может ли человек, используя ядерный взрыв, раздробить космическое тело на части, которые будут достаточно малы и достаточно широко разлетятся для того, чтобы больше не представлять опасности? Случай с кометой Шумейкера–Леви (падая на Юпитер, она приливными силами была разорвана на несколько частей) показывает, что опасный космический объект, по крайней мере, принципиально может быть раздроблен. А насколько эти объекты опасны, и до какой величины их можно разбить — это мы и должны выяснить. Возможно, будет достаточно одного удара.

Я хотел бы напомнить вам о суждении, которое пятьдесят лет назад высказал великий математик фон Нейман. Он указал, что при взаимодействии

между двумя ударными волнами при лобовом столкновении расчеты могут вестись с использованием законов сохранения, а рассчитать взаимодействие двух волн, идущих под углом, гораздо сложнее. Такое столкновение вызовет турбулентность. Таким образом можно разрушить достаточно крупное тело на большие куски. Это просто и недорого — подвергнуть космическое тело воздействию двух ударных волн, которые подходят к нему с разных направлений. Можно использовать и три независимых волны. Буквально за секунду они могут разрушить даже очень большое тело на достаточно малые частицы.

Мы единодушно приняли, что большие и малые астероиды, как и землетрясения — это источники опасности, и не важно, чуть больше или чуть меньше эта опасность. Но астероиды отличаются от землетрясений и других природных бедствий тем, что они являются ярко выраженной международной опасностью. Это относится и к малым астероидам, поскольку точное место их падения очень трудно предсказать заранее. После соответствующих экспериментов может оказаться, что защита от них очень проста.

Если мы решим отдать предпочтение защите от землетрясений без применения ядерной энергии, то единственной реальной причиной этому будет человеческий страх перед ядерной энергией как таковой. Но этот страх человечества ничем не оправдан. Чего действительно стоит опасаться, так это наших собственных действий. Однако тесное сотрудничество, безусловно, поможет решить эту проблему. Я полагаю, что у нас есть возможность осознать причины такого страха. Их много. Я вижу, по крайней мере, две. Первая — это нечеткая, возможно, искусственно усложненная манера говорить о ядерных явлениях. И вторая — намеренное нагнетание страха. И вот этому мы должны активно противостоять. Это очень сложно, хотя я пытаюсь делать это уже много лет. Прошу вас поддержать эти усилия: давайте будем ясно выражаться и будем искать положительные решения. Возможно, мы не добьемся быстрого успеха.

Ядерная энергия в реакторах используется на благо человечества, ядерные взрывы при соответствующем применении, в частности, для защиты от комет и астероидов, также могут приносить пользу. Именно поэтому я с удовольствием предпринял это путешествие на конференцию в Снежинск.

ТЕЛЛЕР Эдвард (1908–2003 гг.) —

разработчик американской водородной бомбы, имеет ряд достижений в теоретической ядерной физике

НОБЕЛЕВСКИЙ ЛАУРЕАТ

Леонид Витальевич Канторович

В. А. ЕЛЕСИН

Мне очень повезло. В Ленинградском университете, где я обучался в 1953–1958 гг., мы слушали лекции и общались с выдающимися учеными. Одним из них был Леонид Витальевич Канторович (1912 – 1986).

В 1926 г. в возрасте четырнадцати лет Л. В. Канторович поступил в Ленинградский университет. Любимой дисциплиной становится математика. В 1930 г. на первом Всесоюзном математическом конгрессе он представляет свою работу по теории рядов, в 1934 г., преподавая в Ленинградском университете, становится профессором, а в следующем (в 23 года!) получает докторскую степень.

В 1938 г. Канторович был назначен консультантом в лабораторию фанерной фабрики. Перед ним была поставлена задача разработать такой метод распределения ресурсов, чтобы производительность оборудования оказалась максимальной. С этого времени интересы Леонида Витальевича были неразрывно связаны с экономическими исследованиями. Не имея чисто экономического образования, Л. В. Канторович явился первооткрывателем научных методов организации и

управления экономикой. Он понимал, что разработанный им метод, облегчающий планирование на фанерных фабриках, может быть использован во многих других производствах.

Крупнейшим открытием Леонида Витальевича является введение в математическую и экономическую науки понятия «линейное программирование». В линейном программировании решаются задачи составления оптимального плана (программы) действий, т. е. его можно рассматривать как один из методов в исследовании операций. Таким образом, Леонид Витальевич, решив задачу загрузки оборудования фанерной фабрики, разработал метод, применимый во многих производствах. Так называемая транспортная задача и задача раскroя промышленных материалов были решены.

В 1939 г. в Ленинградском университете состоялось обсуждение доклада Канторовича «Математические методы



Л. В. Канторович

организации и планирования производства». В основе доклада лежали теория и модели линейных экстремальных задач, т. е. идеи и методы линейного программирования. В начале 40-х гг. Л. В. Канторович написал книгу «Экономический расчет наилучшего использования ресурсов». За этот труд некоторые экономисты даже предлагали выдвинуть Леонида Витальевича на соискание Сталинской премии. Однако большинство экономистов, вероятно, просто не поняли математика Л. В. Канторовича. В результате он много сил и

энергии потратил на обращения в «высокие инстанции» по поводу скорейшего внедрения научных методов в экономике, но получал лишь отписки от «специалистов». Книга была издана только в 1959 г. Фактически именно за эту книгу Леонид Витальевич и был удостоен Нобелевской премии.

Наша группа на математико-механическом факультете Ленинградского университета специализировалась по вычислительной математике. Позже я узнал, что инициатором организации в нашей стране специализации по вычислительной математике более 50 лет тому назад являлся Л. В. Канторович, и первая кафедра вычислительной математики была организована именно на математико-механическом факультете Ленинградского университета.

В отличие от академика А. Д. Александрова, нашего ректора, который читал нам не только лекции, но учил нас жизни, Л. В. Канторович на лекциях не отвлекался. Александр Данилович читал нам курс лекций по истории математики. Когда я шел на первую лекцию, то думал, что это будет хронология, рассказы об ученых, их достижениях и пр. Действительность оказалась абсолютно иной. С первых слов Александра Даниловича стало ясно, что лекции его, в первую очередь, о месте математики в жизни, философские вопросы математики, размышления о сущности математики, его лекции охватывали широкий круг вопросов жизни.

На лекции Александр Данилович приходил всегда одетый с иголочки, красивый, элегантный. Первые ряды в аудитории были заняты девушками, как вскоре выяснилось, студент-

ками не только матмеха, но и других факультетов, было много девушек и с филологического факультета. В лекции Александра Даниловича и в него были влюблены все!

Леонид Витальевич читал нам «Функциональный анализ», всегда был точен и сосредоточен, подчеркивал значение функционального анализа как теоретической базы вычислительной математики. Конечно, будучи одним из крупнейших ученых, всегда требовал от нас не просто запоминания теорем и доказательств, но размышлений, нестандартного подхода при решении задач. Он много внимания уделял вопросам использования быстродействующих электронных вычислительных машин в научных расчетах, приближенным методам анализа. Участвовал Канторович и в развитии вычислительной техники, он руководил конструированием новых вычислительных устройств. Как я узнал позже, когда лет 10 назад стал заниматься изучением истории Атомного проекта, он был связан и с ним.

Правительство СССР считало разработку атомного и термоядерного оружия первоочередной задачей, мобилизовывало ученых и все ресурсы страны на выполнение этой задачи. Особенно нервными и напряженными были 1948 и 1949 гг. У США были уже десятки атомных бомб, американцы разрабатывали один за другим планы уничтожения СССР. К 1948 г. из материалов советской разведки стало известно, что у американцев имеются уже разного типа атомные бомбы и ведется работа над созданием водородной бомбы. Издаётся Постановление СМ СССР от 10 июня 1948 г. «О дополнительных заданиях по плану специальных

научно-исследовательских работ на 1948 г.».

Процитирую отдельные положения Постановления, касающиеся организации расчетных работ: «3. Обязать Математический институт АН СССР под личную ответственность тт. Виноградова и Петровского производить расчетные работы по заданиям Лаборатории № 2 АН СССР (тт. Харитона и Зельдовича), для чего:

а) в трехнедельный срок усилить существующую в институте расчетную группу, доведя ее состав до 39 человек, возложив научное руководство этой группой на акад. Петровского;

б) в двухнедельный срок организовать в Ленинградском филиале Математического института АН СССР расчетную группу в количестве до 15 человек, возложив научное руководство этой группой на проф. Канторовича.

4. Обязать Институт геофизики АН СССР (тт. Шмидта и Тихонова) обеспечить производство расчетных работ по заданиям Института физических проблем АН СССР (тт. Александрова и Ландау), для чего в трехнедельный срок организовать Бюро математических расчетов в составе 30 человек. Возложить руководство Бюро математических расчетов на чл.-кор. АН СССР Тихонова».

До 1948 г. в КБ-11 не было даже математической расчетной группы, все математические работы по ядерной тематике проводились за пределами ВНИИЭФ: в МИАН СССР под руководством профессора Л. В. Канторовича, в Институте физических проблем под руководством профессора Л. Д. Ландау.

Вспоминает академик Василий Сергеевич Владимиров:

«Мое участие в работе по созданию атомного оружия началось в августе 1948 г. в Ленинградском отделении математического института им. Стеклова АН СССР (ЛОМИ)... В то время в ЛОМИ развернулись работы по расчетам критических параметров атомных зарядов под руководством Л. В. Канторовича — талантливого математика-теоретика и прикладника. Задания приходили из весьма засекреченного учреждения КБ-11 за подписью Я. Б. Зельдовича или Д. А. Франк-Каменецкого».

Первая математическая расчетная группа в КБ-11 была образована в 1948 г., в 1950-м г. преобразована в отдел, а в 1952 г. — в сектор.

Здесь же хочу отметить, что даже среди больших математиков, которые добились замечательных результатов, лишь немногие в математике умеют все, видят всю математику целиком, относятся к числу исключительных фигур в истории математики (для меня это, например, Ньютон, Эйлер, Колмогоров, Канторович).

Я здесь провожу некоторые сравнения А. Д. Александрова и Л. В. Канторовича, так как считаю, что они не совсем были удобны для властей (как и всякий, кто не становился навытяжку при любом окрике начальников и имел всегда свое мнение). Так Александр Данилович энергичным образом поддерживал биологов в их борьбе с лысенковской лженаукой. Преподавание научной генетики в Ленинградском университете началось уже в 50-е гг. В октябре 1990 г. Александров А. Д., единственный математик среди биологов, был награжден вместе с биологами орденом Трудового Красного Знамени.

Когда группа ученых обратилась в Нобелевский комитет и Л. В. Канторовичу была присуждена Нобелевская премия, ему пытались воспрепятствовать в поездке в Швецию.

В 1960 г. Л. В. Канторович переехал в Новосибирск (А. Д. Александров — в 1964 г.) во вновь организованное Сибирское отделение Академии наук, где он был избран членом-корреспондентом по Отделению экономики, а вскоре — действительным членом Академии наук СССР по Отделению математики. В 1975 г. стал Нобелевским лауреатом по экономике.

Кстати, Л. В. Канторович был одним из немногих академиков, которые отказались подписать 26.10.1975 г. «заявление» против А. Д. Сахарова.

За работы по Атомному проекту он в 1949 г. был награжден Сталинской премией. Только в конце 50-х гг. Л. В. Канторович вернулся к исследованиям по применению математики в экономике.

С конца 40-х гг. за рубежом начали появляться работы, в первую очередь, работы Т. Кумпанса, тесно соприкасающиеся с работами Л. В. Канторовича по линейному программированию. Именно Кумпанс подготовил к изданию на английском языке первую публикацию книги Канторовича. И в 1975 г. премия Нобеля по экономике «За вклад в теорию оптимального распределения ресурсов» была присуждена именно Канторовичу и Кумпансу. В своей нобелевской лекции «Математика в экономике: достижения, трудности, перспективы» Канторович говорил о проблемах и опыте плановой экономики, особенно советской экономики. А представитель Шведской королев-

ской академии наук Рагнар Бентцель при вручении премии лауреатам отмечал очевидность того, о чем свидетельствовали работы двух лауреатов: «основные экономические проблемы могут изучаться в чисто научном плане, независимо от политической организации общества, в котором они исследуются».

В 1971 г. Л. В. Канторович переехал в Москву, работал в Институте управления народным хозяйством ГКНТ и Всесоюзном НИИ системных исследований Госплана СССР и АН СССР. Л. В. Канторович внес неоценимый вклад и в математику, и в экономику, он один из основоположников современной математической экономики.

Я с радостью вспоминаю годы обучения в Ленинградском университете, где мы слушали лекции и общались с выдающимися учеными современности, где нас учили не только истине, но и готовности поддерживать и защищать истину до конца, бороться за нее.

**ЕЛЕСИН
Владимира Александрович** —
канд. физ.-мат. наук, почетный
ветеран РФЯЦ-ВНИИЭФ

Евгений Константинович Завойский — УЧАСТИК СОВЕТСКОГО АТОМНОГО ПРОЕКТА

Ю. Н. СМИРНОВ

В июне 1991 г., когда до распада Советского Союза оставалось каких-то полгода, в Сарове (тогда еще Арзамасе-16) с участием гостей из Москвы состоялась беспрецедентная встреча специалистов двух засекреченных национальных ядерных центров — ВНИИЭФ и ВНИИТФ. Встреча была названа газодинамической конференцией и оказалась беспрецедентной не только потому, что ее темой стала никогда до этого публично не обсуждавшаяся в СССР история создания отечественного атомного оружия, но еще и в связи с тем, что было принято решение издать материалы встречи отдельной книгой в открытой печати.

Книга была опубликована только через 5 пять лет и ныне стала библиографической редкостью. 12 июня 1991 г., приветствуя собравшихся, академик Е. А. Негин сказал:

«В настоящее время в печати начали появляться материалы по истории развития атомного оружия СССР. Эти события в те далекие времена имели важное государственное значение. Испытание в 1949 г. первой атомной бомбы в СССР было бы невозможным без титанической работы ученых, конструкторов и рабочих.

Эта работа еще недавно имела высший приоритет в нашей стране. Сегодня авторы отдельных публикаций пытаются умалить значение работ по созданию атомного оружия и чуть ли не заставить забыть грозные для государства послевоенные годы. Поэтому мы обращаемся к ветеранам с просьбой рассказать о своей практической и научной работе о создании атомного оружия, встретиться со специалистами следующего поколения. Это были истоки сегодняшней нашей конференции.

Сегодня мы делаем первую попытку оживить давно прошедшие годы, вспомнить дела давно минувших дней».

Именно на этой конференции было впервые публично названо имя Евгения Константиновича Завойского как участника Советского атомного проекта. Это произошло через 15 лет после его кончины. Он жил в Сарове и работал во ВНИИЭФ с августа 1947 г. по октябрь 1951 г.



Е. К. Завойский

Выступая, Ю. Б. Харiton вспоминал, как «советская разведка сумела установить с Фуксом некоторые связи, и время от времени он передавал информацию о том, что ему было доступно... Она попала Кафтанову, который занимался вопросами максимального использования научных сил СССР для нужд обороны... Информация, переданная Фуксом, дошла до людей, разбирающихся в науке... Мы видели, что нужны кадры — конструкторы, физики, испытатели и т. п.»

Тем временем Юлий Борисович, «просматривая списки институтов», подбирал «хороших работников». Он продолжал: «Наш город граничит с большим заповедником, расположенным в Мордовии. Из этого заповедника довольно большая площадь, порядка 100 кв. км, была выделена для нас. Здесь мы построили ряд казематов, где вели взрывные работы с анализом процессов обжатия конструкции взрывом ВВ.

Так разворачивалась работа. Дело было новое. Грубые оценки показывали, что полученная нами от Фукса информация — правда (тогда мы еще не знали, кто такой Фукс). Но проверять надо было тщательно.

Я, помню, назначил две группы: первая группа — Цукермана, вторая — Завойского, который тогда временно был направлен Игорем Васильевичем к нам, чтобы определить массовую скорость при детонации ВВ. Так как это дело тонкое, то мы сделали две независимые группы для того, чтобы определить, какое давление развивается в процессе детонации».

Важно отметить следующее обстоятельство. Если скорость детонации взрывчатых веществ умели измерять с достаточной точностью, то для измерения массовой скорости продуктов взрыва не существовало ни одного даже предложенного метода. Поэтому, как отметил В. И. Жучихин, «не было известно уравнение состояния продуктов взрыва, необходимое для расчетов газодинамических характеристик заряда, предназначенного для обжатия плутония. Первой попыткой измерения массовой скорости явились эксперименты, проведенные Е. К. Завойским и К. И. Панёвкиным, суть которых заключалась в измерении скорости движения проводника с током, вмонтированного в ВВ, в магнитном поле. Считалось, что легкий и тонкий проводник — ленточка из медной фольги определенных размеров — должен двигаться вслед за фронтом детонационной волны вместе с продуктами взрыва с той же скоростью. Если его движение происходит в магнитном поле известной напряженности, то на концах проводника возникает электродвижущая сила, которая измеряется с помощью осциллографа. Зная ее и напряженность магнитного поля, можно расчетом определить и — скорость движения проводника, т. е. продуктов взрыва.

Некоторое время этот метод оставался единственным и был доведен до совершенной повторяемости результатов».

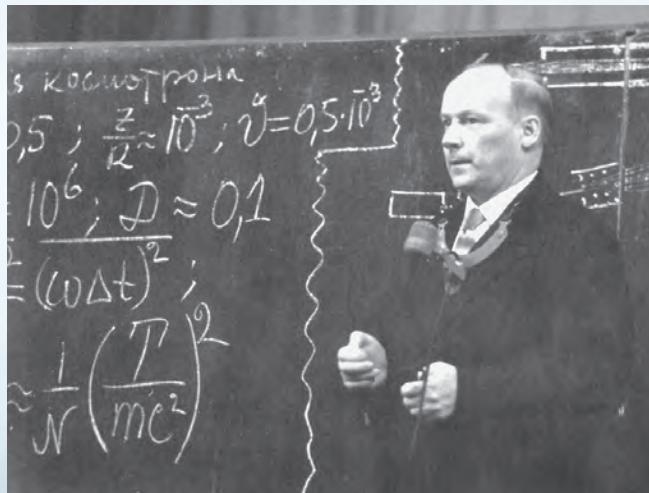
Разумеется, повторяемость результатов — исключительно важная характеристика пионерского метода, предложенного Е. К. Завойским. Но в тот начальный период реализованная методика, к сожалению, включала и досадную систематическую ошибку, о которой мы расскажем дальше. Такое бывает нередко при внедрении принципиально нового метода. Но сейчас ограничимся очень важным, имеющим принципиальный характер, итоговым замечанием Л. В. Альтшулером, одного из непосредственных, активнейших участников того периода работ: «Нужно отметить, для восстановления исторической справедливости, что в чуть измененном виде электромагнитный метод Завойского и в СССР, и за рубежом стал

одним из основных методов изучения детонации и ее развития в переходных режимах».

Вот почему выступавшие на конференции в Сарове с большим уважением говорили о Е. К. Завойском и его ветеранах-коллегах, «положивших начало газодинамическим отделениям ВНИИЭФ и ВНИИТФ». В. И. Жучихин отметил: «В нашем научно-исследовательском коллективе доброжелательная рабочая обстановка царила постоянно с самого начала его организации. Эта благоприятная атмосфера создавалась и поддерживалась Кириллом Ивановичем Щёлкиным. В этом коллективе руководителями исследовательских лабораторий трудились уникальнейшие специалисты с солидным к тому времени опытом ведения экспериментально-исследовательских работ: Альтшuler Лев Владимирович, Цукерман Вениамин Аронович, Завойский Евгений Константинович, Васильев Михаил Яковлевич, Боболов Василий Константинович. Они были первоначинателями крупномасштабных газодинамических исследований в области детонации конденсированных ВВ, сильных ударных волн и ударной сжимаемости различных материалов. Они явились создателями школы своих последователей».

За минувшие 17 лет после исторической конференции в Сарове рассекречен большой объем информации и вышло в свет множество книг при содействии местного издательства в Сарове, издательств в Саранске, Нижнем Новгороде, на Урале и в Москве. В том числе и таких книг, которые вполне можно было бы отнести к полиграфическим шедеврам. Конечно, преобладает тематика, связанная с созданием отечественного ядерного оружия. И в них мы вновь не раз встречаем имя Евгения Константиновича. Я ограничусь несколькими цитатами обобщающего характера.

«Летом 1947 г. блок научно-исследовательских лабораторий ядерного центра продолжал расширяться... В августе прибывший из Казан-



ского университета профессор Е. К. Завойский начал организацию коллектива, которому предстояло заняться измерением сжатия моделей центрального металлического узла ядерного заряда. Это была лаборатория № 6...

Важнейшим направлением исследований была газодинамическая отработка заряда взрывчатого вещества. В этой области были разработаны методы изучения процессов, протекающих в заряде при его взрыве, включая возбуждение детонационной волны, проведены измерения волновых и массовых скоростей в различных материалах, изучены свойства ядерно-активных материалов при высоких давлениях и температурах. Все эти вопросы имели огромное значение при проектировании и газодинамической отработке первого ядерного заряда. Их экспериментальное изучение проводилось оптическими, электрическими и рентгеновскими методами. В его ходе были созданы целые блоки новых приборов, уникальное, «штучное» оборудование, осуществлены сложные программы экспериментальных исследований.

В газодинамических исследованиях наиболее широко применялись электромагнитные и электроконтактные методы». Решающий вклад в их разработку внесли Е. К. Завойский, Л. В. Альтшулер, С. Б. Кормер, К. К. Крупников, Б. Н. Леденев, а также С. Н. Матвеев, В. А. Цукерман и другие исследователи.

В разработке теоретических и экспериментальных основ газодинамической отработки первого

атомного заряда решающее значение принадлежит большому коллективу сотрудников «объекта». Это Ю. Б. Харiton, К. И. Щелкин, Е. И. Забабахин, В. А. Цукерман, А. Д. Захаренков, В. К. Боболев, Е. К. Завойский, С. Б. Кормер, Н. А. Казаченко, К. К. Крупников, Б. Н. Леденев, Л. В. Альтшулер, В. М. Некруткин, Д. М Тарасов, Г. А. Цырков, М. Я. Васильев, В. И. Жучихин, Е. А. Феоктистова и многие другие.

Каждая из лабораторий научно-исследовательского сектора КБ-11 имеет несомненные заслуги в разработке теоретических основ ядерного взрыва и их экспериментальном обосновании, а значит, и в успешном завершении работы над первым и последующими образцами атомных зарядов. Работали слаженно. Каждому была предоставлена максимальная степень самостоятельности, но за результаты работы спрашивали строго. Служебная субординация не давила на сотрудников. Большинство руководителей придерживалось не начальствующего, а скорее воспитательного стиля влияния на подчиненных. Если человеку поручалось выполнение определенной задачи, то над ним никто «не стоял».

Как видим, Евгений Константинович Завойский внес весомый вклад в дело создания отечественного атомного оружия, был признан коллегами и высоко оценен И. В. Сталиным.

Но как получилось, что скромный молодой профессор вдруг покинул Казанский университет, воспитанником которого он был и в стенах которого сделал открытие, прославившее и его, и университет во всем мире? Почему он решился оставить родные могилы и отправиться в Москву?

В Казани он жил в ужасающих бытовых условиях. Семья занимала две небольшие комнаты неприспособленного для жилья складского помещения с печным отоплением и насквозь промерзвшими зимой стенами. Но еще тяжелее было переносить унижения морального характера, о которых рассказал сам Евгений Константинович: «Война; появление комиссии из Москвы... разгром установки как «кустарного сооружения». Эта комиссия была назначена вице-президентом с целью определить, есть ли в КГУ работы или оборудование, которые могла бы поддержать или использовать АН СССР. Комиссия вошла в лабораторию № 5 без стука в момент, когда я наблюдал ядерный магнитный резонанс, сидел за установкой... Комиссия пересекла луч света от гальванометра до шкалы и остановилась, не обращая внимания на мои жесты; она стояла полминуты и затем прозвучала фраза: «Здесь все самодельное и не имеет никакой научной ценности»... Я хотел было заговорить, но комиссия уже шла к двери. Все... Мне было сказано: «Если вы завтра не вытурянете все из этой комнаты, то будут поставлены к двери часовые с приказом не

Выписка из Постановления СМ СССР № 5070-1944
сс/оп энергии
29 октября 1949 г.
Сов. секретно
(Особая папка)

74. ЗАВОЙСКОГО Евгения Константиновича, доктора физико-математических наук, начальника лаборатории КБ-11 за разработку электромагнитных методов регистрации быстрых процессов по исследованию центральной части заряда атомной бомбы:

- представить к награждению орденом Ленина;
- премировать суммой 50 000 руб.

Присвоить Завойскому Е. К. звание лауреата Сталинской премии третьей степени.

Предоставить Завойскому Е. К.:

- право на обучение своих детей в любых учебных заведениях СССР за счет государства;
- право (пожизненно для него и его жены и до совершеннолетия для его детей) на бесплатный проезд железнодорожным, водным и воздушным транспортом в пределах СССР.

пускать вас в комнату». Разрушить установку я не мог, так как мы потратили на ее сооружение более полутора лет, а подготовка нашей картины ЯМР продолжалась более двух лет, и с ней была спаяна целая жизнь троих человек (С. А. Альтшуллер, Б. М. Козырев и я). Но угроза была приведена в исполнение, комната разгромлена, оборудование как мусор выброшено за дверь, а... в комнате № 5 (площадь ок. 80 кв. м.) более полутора лет взвешивался и раздавался хлеб для сотрудников ФТИ А. Ф. Иоффе. Комната так и осталась пуста. Впоследствии в ней произошел пожар, и она долго стояла как мрачный памятник былого... Проходя мимо этого места, я и теперь чувствую себя как на кладбище, где лежат близкие».

Только в конце 1943 г., когда эвакуированная Академия наук начала покидать Казань и возвращаться домой, Е. К. Завойский продолжил, наконец, свои исследования. Он настойчиво шел к успеху, терпя пренебрежительные, едкие высказывания ректора Казанского университета (физика по образованию!): «Завойский все сидит и снимает кривые, а толку в них нет».

Евгений Константинович вспоминал: «Кончились вторая мировая война, и Академия наук празднует свое 220-летие... Мы слушаем доклад Ф. Жолио-Кюри об устойчивости тяжелых элементов и еще не знаем о том, что через несколько недель начнется новая эра науки. Академик Иоффе небрежно переводит большой доклад в пять минут. Потрясающие события августа 1945 г. и эхо атомных взрывов неожиданно отдаются в Казани запретом ректора читать «Physical Review». Да, теперь это можно делать только с его письменного разрешения. Но скоро я получаю по почте из Москвы книгу Смита, она тоже запрещена в университете. У газетных киосков очереди... В прессе гробовое молчание...

Но вот откуда-то свежее указание, и ученые Казани уже разрываются на части от просьб прочитать лекции на заводе, в клубе, школе, больнице, институте, военным, пенсионерам, изобретателям и пр. и пр. Все силы напряжены у физиков и у химиков. Слушатели идут прямо со смены, часто опаздывая поесть, жуют паек тут же, и это никого не смущает, все захвачены интересом. Вопросы нарушают все инструкции, данные лекторам, да и мало инструкций, так как велика неожиданность, которая выбила весь аппарат из привычной колеи. Газета «Британский союзник» помогает получить популярную, часто завуалированную информацию об атомном котле, атомной бомбе, радаре, вычислительной автоматике и др. Здесь можно встретить описание интересных эпизодов прошедшей войны и прочее. А что у нас? Это самый первый вопрос на любой лекции. Ответ фальшив (слова Молотова: «Есть у нас все и даже

многое другое»). Лекторы это знают, а слушатели относятся с недоверием. Мы убеждены, ничего нет. Нас начинают кормить особыми пайками, за нами ухаживают, следят. Ученые всех специальностей получают теперь высокую зарплату, они популярны, как прежде кинозвезды. Это как-то вселяет уверенность, так как нам известно, что наши мозги не хуже, чем американские. Отбирают целые группы лучших студентов и посылают их учиться во вновь образованные институты. Студенты «переживают», но едут, увлекаемые тайной или соблазнами. Трехразовое питание без карточек! Его спрашивают (!): хочешь или не хочешь? Это необычно и ново для него. Он проникается уважением к себе и соглашается. Из этих людей впоследствии вышло много по-настоящему крупных ученых и руководителей промышленности. Им страна обязана многим; умная, тактичная система отбора людей оказалась правильной, к ним подошли не как к винтикам. Они живо ощущают, что их судьба все больше зависит не от произвола бюрократов отдела кадров, а от выдающихся ученых, стоящих во главе науки.

Но все далеко не так благополучно: мракобесы, привыкшие отрицать все новое, за что их особенно хвалят, организуют биологический съезд, где бредовые идеи внедряются административными мерами и приводят к гибели многих выдающихся ученых. Да, по биологии прошла гусеницами натурфилософия, сдобренная псевдодиалектикой и, кажется, надолго раздавила русскую науку. Этому завидуют философы, давно обиженные теорией относительности, квантовой механикой, раздавленные в своем окостенении принципом неопределенности, «исчезновением» такой любимой ими «массы», шокированные появившейся кибернетикой. Они мечтают повторить над физиками проклятия философов-lysенковцев и устроить побоище. Но стоп... масса же перешла над Японией в энергию... да еще как: 20 000 тонн взрывчатки в небольшом шарике, который можно держать в одной руке. Будьте осторожны: философия начетчиков этого сделать не может, потреплется и все..., а тут кто его знает! И вот обдуманное жесткое наступление на точные науки остановлено. Кто герой этого сражения? По-видимому, И. В. Курчатов, С. И. Вавилов и близкие к ним. Я этого не знаю.

Работая в университете, чувствуя приближение сети, в которую неминуемо попаду, да и смутно хочу попасть. В университете прежняя обстановка. Оборудование не поступает, а имевшееся почти все испорчено и побито эвакуированной в КГУ Академией... Жаль уезжать, жаль друзей, учеников, университет, даже пыльный город, жаль бросать новое научное направление — парамагнитный резонанс, но ведь там (в Москве) храм науки. И главное: теперь, безусловно, наступает новое время

торжества науки над техникой и слияние их. Грядет развитие всех наук. Новое общество! Нельзя быть вне этого движения.

В начале августа 1947 г. я в кабинете И. В. Курчатова, которому кто-то рассказал обо мне. Короткий разговор: «Вот техническая проблема, даю вам срок три недели найти решение. Если раньше — заходите». Рядом с кабинетом маленькая комната, там Ю. Б. Харитон поясняет задачу. Первый обмен мнениями. Трудно. Десять дней хожу как в угларе, звоню И. В., прошу выслушать. Это 10 августа, а на другой день я лечу с одним паспортом в руках... Самолет садится, пересекая много рядов колючей проволоки, открывается дверь, и я иду по полю под дулами двух винтовок — до выяснения личности. Но мне это кажется игрой, и я вспоминаю книгу Смита, где подобная ситуация секретности, и от этого мне делается легче. Наконец, все выясняется, и меня везут в гостиницу. Но что это? Куда ни взглянешь, везде люди в оборванных, почти черных ватниках с желтыми лицами дистрофиков: это армия «строителей», попавших сюда не по своей воле.

Начинается мое знакомство с жизнью... До этого я — ученик школы, для которого нет свободного времени: оно все отдается увлечению наукой, техникой, литературой, поэзией. После — студент, а увлечения те же, аспирант — увлечение только экспериментальной физикой, а уже доцент — только физикой и больше ничем. С утра и до ночи — лаборатории, лекции и снова лаборатории. Часто Вера приносит мне вечером ужин — булку плюс вкусную водопроводную воду, и так до часу или двух ночи ежедневно, а с утра бесконечные лекции. Что делается в стране и мире — не до того, так как велико желание постигнуть хоть кручинку из тайн природы. А для чего же дана жизнь! Как много надо читать: ведь университет дал так мало... И вот новая тайна, но не науки, а жизни... А это только цветики. Вопрос к себе: как же живут здесь люди? Может быть, мнения разделяются? Узнать это невозможно — подавляющий страх: «Здесь нет советской власти», — первые слова, которые я слышу, кто-то произносит громко, значит, это не секрет. «Хозяйство Берии» — сто раз в день — только в разговоре с глазу на глаз, шепотом. Думаю, Игорь Васильевич удружили! Идея компромисса: надо и нам во что бы то ни стало иметь оружие, поэтому — за работу! Все это было принять очень трудно, но когда принял — стало легче, и работа пошла без счета часов и пощады здоровью».

Евгений Константинович отмечает, что он оказался у И. В. Курчатова, которому кто-то рассказал о нем». Но разве это удивительно? Он был уже давно и широко известен среди столичных физиков как искусный экспериментатор и перво-

открыватель важнейшего явления — электронного парамагнитного резонанса. Его прекрасно знали в Физическом институте АН СССР, где он 30 января 1945 г. защитил докторскую диссертацию. А ровно через два года ученый совет Института физических проблем Академии наук (знаменитый «кашишник»!) постановил представить три его работы на соискание Сталинской премии.

Представ перед И. В. Курчатовым, вряд ли Е. К. Завойский не догадывался, что само оформление его на работу по закрытой атомной тематике будет сопровождаться обязательной проверкой через систему органов госбезопасности. И он понимал, что с точки зрения «органов» его биография содержала «непростительный изъян»: в декабре 1937 г. старший брат Евгения Константина — Борис — был расстрелян (его реабилитировали только в 1956 г. «за отсутствием состава преступления»). Таким образом, в течение 19 лет, включая весь период его работы над атомным оружием в Сарове с 1947 по 1951 гг., Евгений Константинович жил с унизительным и опасным по тем временам клеймом «члена семьи врага народа».

А проверка была тщательной, до «третьего колена». Не все ее «выдерживали». И любое сомнение спецслужб в благонадежности человека закрывало ему дверь на ядерный объект. Но интересы дела нередко заставляли смягчаться даже стражей из МГБ и самого Л. П. Берия! А иначе разве на атомном объекте оказался бы в качестве научного руководителя (!) Ю. Б. Харитон вместе с некоторыми другими своими коллегами — выдающимися специалистами, включая Е. К. Завойского, у каждого из которых за плечами была заведомо «непроходная» биография...

Оказавшись в Сарове (тогда этот убогий поселок при почти заброшенном, но знаменитом на всю страну монастыре, не шел ни в какое сравнение с нынешним процветающим, современным, благоустроенным и просто красивым городом), Евгений Константинович сразу столкнулся с жестокой реальностью.

Об использовании на «объекте» труда заключенных ГУЛАГа, которых в документах той поры называли «спецконтингент», расскажем, используя факты из издания «Советский атомный проект».

Вот впечатления об этой стороне жизни поселка А. Н. Ткаченко, приехавшего на «объект» «вторым эшелоном» (в 1947–1948 гг.): «Характерной достопримечательностью будней того времени являлись колонны заключенных, сопровождаемые вооруженными солдатами с собаками. Маршрут этих колонн пролегал вблизи нашей гостиницы, и часто приходилось встречаться с колонной на узком участке дороги... Я всегда ис-

пытывал жуткое состояние, ожидая на обочине, когда пройдет колонна мимо. Хлюпающий топот сотен ног, хмурые лица, убогие, грязные одежды, рычание свирепых овчарок, нечленораздельные окрики конвоиров — все это производило какое-то гипнотическое, удушающее действие. В голове колом торчал один и тот же вопрос: что сделали эти люди, какое преступление совершили, что их содержат и гонят хуже, чем животных? Всматривался в лица, но никогда не удавалось встретиться с живым взглядом человека. Мутная река грязных одежд и лиц проплывала мимо в зловещем молчании, и ни одного проблеска личности не удавалось заприметить в ней».

Жизнь заключенных подчинялась особым законам и правилам. Барак — строительная площадка, таков был тот круг, по которому шли и шли эти колонны. Но человек остается человеком даже в самых диких условиях. И с 1948 г. саровским заключенным позволили организовать коллектив художественной самодеятельности, который под охраной выступал на сцене, оборудованной на месте иконостаса в храме Серафима Саровского. В 1949 г. она уже стала сценой местного театра со своими приехавшими титулованными артистами и оставалась таковой до недавнего времени, когда для театра было построено, наконец, специальное здание, а храм был возвращен церкви.

Степень виновности заключенных была разной. Некоторые оказались жертвами печально известной статьи 58 Уголовного кодекса, другие были осуждены за уголовные преступления разной тяжести. Первая партия заключенных была этапирована на «объект» в мае 1946 г., и уже в начале следующего года общее количество «спецконтингента» составило внушительную цифру — 9737 человек, в том числе 1818 женщин. Начиная с лета 1947 г. приток «новобранцев» в лагеря, расположенные на территории «объекта», начал нарастать: сверхжесткие сроки строительства «объекта» требовали все новых и новых рабочих рук... По воспоминаниям Л. В. Альтшулерса, над колоннами отправлявшимися на работу заключенных нередко можно было видеть плакат «Запомни эту пару строк: работай так, чтобы снизить срок». Самое парадоксальное, что этот вполне понятный для ээков девиз очень скоро стал лозунгом, выражавшим устремления всех тех, кто приехал в эти места совершенно добровольно и был буквально одержим мыслью сделать атомную бомбу как можно скорее. Один и тот же лозунг еще раз соединил на саровской земле, казалось бы, несоединимое: подневольный и свободный, творческий труд.

Все годы, с 1947 по 1951, пока Е. К. Завойский работал в Сарове (а он вернулся в Москву в коллектив И. В. Курчатова только в конце октября 1951 г., когда приказом начальника «объекта» с

18 октября 1951 г. был «исключен из штата в секторе № 20 в связи с переходом на другую работу»), Евгений Константинович ежедневно видел заключенных, их рабский труд и убогие лагеря.

Ему — интеллигентному, мягкому и легко ранимому человеку — такие особенности жизни в Сарове, надо полагать, радости не доставляли. Тем более что еще в феврале 1947 г. вступило в силу «Временное положение по режиму и охране объекта...». По этому «Положению» начальнику «объекта» в целях установления твердой дисциплины среди всего населения и выполнения требований секретности предоставлялись дисциплинарные права командира дивизии, а все проживавшие в зоне «объекта», находясь на положении рядовых, должны были неукоснительно подчиняться своему необычному командиру.

Он стал свидетелем того, как в 1951 г. была взорвана одна из жемчужин Саровского монастыря — Успенский собор (а следом за ним, уже в 1953 г., и храм Живоносного источника). Предлог был высказан начальством только в отношении собора: угроза его саморазрушения под действием проводившихся взрывных работ на опытных площадках и, соответственно, возможная опасность для людей и соседних зданий.

Снять накапливавшееся напряжение в какой-то мере помогало Евгению Константиновичу общение с такими незаурядными коллегами, как И. Е. Тамм, Н. Н. Боголюбов, Я. Б. Зельдович, Г. Н. Флоров, Д. А. Франк-Каменецкий, Н. В. Агеев, также работавшими в то время в Сарове.

Евгений Константинович временно был направлен Игорем Васильевичем к нам, и поэтому не взял с собой семью, а оставил ее в Москве. На самом деле он отдал тематике «объекта» ровно четыре года, которые пришли на неустроенный, спартанский и исключительно трудный этап становления «объекта».

ПРИКАЗ НАЧАЛЬНИКА ПЕРВОГО ГЛАВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРИ СОВЕТЕ МИНИСТРОВ СССР № 240/К

г. Москва

“11” августа 1947 г.
Рассекречено

СОДЕРЖАНИЕ:
По личному составу ПО ОБЪЕКТУ № 550.

НАЗНАЧИТЬ:
АГЕЕВА Н. В. — начальником металлофизической лаборатории.
ЗАВОЙСКОГО Е. К. — начальником электромагнитной лаборатории.

Б. Ванников

екта» как важнейшего ядерного центра страны. Но именно в этот период были разработаны (с участием Евгения Константиновича!) и испытаны первые три советские атомные бомбы и уже вовсю шла разработка «слойки» А. Д. Сахарова — первого отечественного термоядерного заряда...

Е. К. Завойский входил в Сарове в очень небольшую элитарную группу специалистов, которую по состоянию на 15.03.1951 г. составляли, помимо его руководителя доктора наук К. И. Щелкина, три члена-корреспондента (Я. Б. Зельдович, И. Е. Тамм, Н. Н. Боголюбов) и 6 докторов наук (В. Г. Кузнецов, Г. Н. Флеров, Д. А. Франк-Каменецкий, Ю. А. Померанчук, С. З. Беленький и А. Ф. Беляев). В то время А. Д. Сахаров, приехавший в Саров весной 1950 г., был одним из 15 кандидатов наук.

Здесь, в Сарове под руководством Е. К. Завойского разрабатывался, в частности, метод регистрации чрезвычайно коротких и крайне слабых световых сигналов. В результате этой работы появились многокаскадные электронно-оптические преобразователи, которые позволяли измерять сигналы длительностью 10^{-12} – 10^{-14} с. Благодаря разработке этих приборов наша страна стала лидером в мировой науке по созданию электронно-оптических преобразователей и сверхскоростных регистраторов. Е. К. Завойский предложил также и построил первую люминесцентную камеру для изучения ядерных процессов, разработал метод поляризации ядер с использованием сдвига Лэмба. Однако, как отмечалось выше, исключительное, особое значение имела первая попытка Е. К. Завойского измерения массовой скорости при исследовании степени обжатия центральной части заряда для первой отечественной атомной бомбы.

Результаты экспериментов, проведенных с использованием предложенной Евгением Константиновичем оригинальной методики, поначалу породили (ни много, ни мало!) сомнения в успехе предстоящего испытания первой атомной бомбы и вызвали серьезную дискуссию не только в Сарове, но и беспокойство московского начальства. Как отмечал Ю. Б. Харитон, «Ванников был очень встревожен такой информацией, поэтому мы назначили тщательную экспертизу». Коллективными усилиями источник погрешности в методике Е. К. Завойского был достаточно быстро найден, и сомнения в успехе предстоящего испытания развеялись.

Уже 15 апреля 1949 г. в кратком докладе для Л. П. Берия о состоянии работ КБ-11, подписанном Харитоном и Щёлкиным, сообщалось, в частности, следующее: «Исследованы свойства металлов (алюминий, железо, кремний) и диэлектриков при сверхвысоких давлениях до

5 миллионов атм (руководители кандидаты физико-математических наук тт. Альтшулер Л. В., Цукерман В. А. и доктор физико-математических наук профессор Завойский Е. К.).

В процессе этих исследований:

а) разработана методика рентгенографирования процессов взрыва и быстродвижущихся тел за времена менее одной миллионной секунды при напряжениях на трубке около 2000000 вольт;

б) разработаны методы измерения волновых и массовых скоростей в металлах и диэлектриках;

в) разработаны методы измерения сжимаемостей при давлениях до 5000000 атм;

г) доказана возможность уменьшения объема металлов при мощных сжатиях в 1,5–2 раза.

Перечисленные работы дали уверенность в получении значительного обжатия в изделии при взрыве составного заряда и, соответственно, уверенность в получении удовлетворительного коэффициента полезного действия. Эти работы представляют собою крупное научное достижение».

Во всей этой истории, завершившейся 29 августа 1949 г. успешным испытанием первого советского атомного заряда, нельзя не обратить внимание на исключительное мужество, которое проявил Евгений Константинович. Как свидетельствовал В. И. Жучихин, «первой попыткой измерения массовой скорости явились эксперименты, проведенные Е. К. Завойским и К. И. Панёвким». Евгению Константиновичу принадлежала сама идея измерений, в физической безупречности которой он был абсолютно уверен. И как ни велика была у всех надежда на успех первого испытания на атомном полигоне, его ничто не остановило. Он сообщил начальству горькую сенсацию: первые его эксперименты оказались обескураживающими и пророчили неудачу на полигоне...

Он обнародовал, хотя в печати широко тиражировали оптимистические заверения самого Сталина, о которых Евгений Константинович не мог не знать. Еще 9 февраля 1946 г. на предвыборном собрании в Москве Stalin сказал: «Я не сомневаюсь, что, если окажем должную помощь нашим ученым, они сумеют не только догнать, но и превзойти в ближайшее время достижения науки за пределами нашей страны». Несомненно, под «достижениями науки за пределами нашей страны» имелось в виду атомное оружие.

Практически со 100-процентной вероятностью именно Stalin в мае 1948 г. в Предисловии к брошюре Хогертона и Рэймонда «Когда Россия будет иметь атомную бомбу?» писал: «Совершенно бесспорно, что практическое решение задачи использования атомной энергии — дело исключительно трудное и сложное по своей новизне. Ясно, что эта задача не может быть решена без большого напряжения сил людей нашей

науки и техники, сил всего советского народа. Но советские люди неоднократно уже доказывали на деле, что они умеют справляться с трудностями.

Лучшим судьей в таких случаях, как показывает опыт, является сама жизнь. Пусть «пророки» гадают на кофейной гуще, в каком году Россия будет иметь атомную бомбу. Поживем — увидим!»

Разумеется, Евгений Константинович читал эту нашумевшую тогда брошюру, и даже, наверное, ему попадались на глаза провокационные высказывания Черчилля, который не скрывал тогда надежды, что США нанесут упреждающий удар, и добавлял: «Америка знает, что 52% машиностроительной промышленности размещено в Москве, а она может быть стерта с лица земли одной-единственной бомбой».

Так что в такой обстановке заявлять начальству о своем обескураживающем прогнозе мог только невероятно мужественный человек.

Здесь уместно вспомнить, как Сталин, награждая в сентябре 1949 г. после успешного первого испытания отечественного атомного заряда отличившихся физиков (и не только их), заметил: «Если бы мы опоздали на один-полтора года с атомной бомбой, то, наверное, “попробовали” бы ее на себе».

Итак, Е. К. Завойский как начальник электромагнитной лаборатории и тонкий физик-экспериментатор непосредственно участвовал в тематике атомного центра в Сарове уже с первого образца отечественного атомного заряда РДС-1. Документы свидетельствуют, что он, выполняя обычные плановые работы, был напрямую ввлечен в конкретные разработки. Так, в 1950 г. Е. К. Завойский вместе со Щёлкиным, Боболевым и Захаренковым участвовал в «проверке конструкции» заряда РДС-3 «натурным отстрелом». Вообще он должен был (в соответствии с «Распределением обязанностей по техническому руководству между руководящими работниками КБ-11» от 21 января 1950 г.) осуществлять «помощь Щёлкину по измерениям, связанным с разработкой» РДС-3 и РДС-7 (атомные бомбы большой мощности).

РДС-3 — была успешно испытана 18 октября 1951 г. Что касается РДС-7, то этой бомбой в тот период подстраховывалась разработка первой советской термоядерной бомбы РДС-6с, т. е. знаменитой «слойки Сахарова». В связи с успешным испытанием РДС-6с бомба РДС-7 не испытывалась, хотя и была изготовлена.

Е. К. Завойский до своего отъезда в октябре 1951 г. из Сарова в Москву успел принять участие в соответствующих срочных работах, развернувшихся тогда по созданию первого термо-

ядерного заряда РДС-6с. В рассекреченном плане научно-исследовательских, опытно-конструкторских и испытательных работ КБ-11 на 1951 г. Завойскому, Матвееву, Попову и Панёвкину по изделию РДС-6с предписывалось (срок — июнь; опыты — сентябрь) выполнить разработку «электронно-оптического метода высокоскоростной фотографии (экспозиции около 0,2 мкс при съемке крупным планом). Исследование полета оболочек, их дробления и формы».

* * *

Евгений Константинович Завойский принадлежит истории. Он прожил полную драматических коллизий жизнь, которая, тем не менее, оказалась счастливой. Удача сопутствовала ему. Но, как бы для равновесия, судьба не раз безжалостно испытывала этого гордого человека на стойкость и выдержку. В молодости, в годы войны, когда страдания и лишения превращали жизнь в выживание, ему посчастливилось сделать открытие в науке, прославившее его и страну. Казалось, его выдающиеся, пионерские достижения в физике должны были отметить Нобелевской премией, которая, однако, по странному стечению обстоятельств, обошла его стороной.

Он участвовал в создании первых образцов атомного оружия, которое, как ни парадоксально, удерживает ныне мир и политических лидеров от самоубийственной всеобщей катастрофы. Как тут не вспомнить его «идею компромисса: надо и нам во что бы то ни стало иметь оружие, поэтому — за работу! Все это было принять очень трудно, но когда принял — стало легче, и работа пошла без счета часов и пощады здоровью».

Покинув Саров, он создавал и развивал современную физику. Но даже став академиком, он, ранимый и совестливый, не был защищен от козней и оскорбительных интриг...

В Москве, на территории Курчатовского научного центра у входа в один из самых больших научных корпусов мемориальная доска напоминает: «В этом здании с 1956 по 1974 г. работал выдающийся физик академик Евгений Константинович Завойский».

В наши дни, как запоздалая дань уважения этому необыкновенному ученому и человеку случилась невероятная вспышка любви, признания и почитания его. Особенно в Казани, с которой так много было связано у Евгения Константиновича в молодые годы. В этом городе имя Е. К. Завойского носят одна из улиц и Казанский физико-технический институт. В Казани ежегодно проводится международная научная конференция, на которой ученые и специалисты рассказывают о дальнейшем развитии идей и исследований, заложенных Евгением Константиновичем. На этой конферен-



Перед зданием физического факультета Казанского университета установлен бюст Е. К. Завойского



Наталья Евгеньевна Завойская у барельефа отца в Казанском университете



На конференции, посвященной Е. К. Завойскому

ции с 1991 г. торжественно вручается ежегодно присуждаемая Международная премия имени Е. К. Завойского. За прошедшие годы лауреатами этой премии стали 20 всемирно известных ученых из Великобритании, Германии, Нидерландов, России, Швейцарии, США и даже немецкая фирма Брукер БиоСпин. Его имя носят ежегодная премия молодым ученым Казани, учрежденная с 1997 г. за «Значительные успехи в экспериментальной и теоретической физике и ее приложениях», как и международная стипендия для поддержки молодых ученых.

На площади перед зданием физического факультета Казанского университета установлен величественный бюст Евгения Константиновича.

Автор искренне благодарен Н. Е. Завойской за исключительно полезные консультации и В. Б. Адамскому за ряд копий рассекреченных документов ВНИИЭФ (Саров), публикуемых в статье.

Литература

1. «Хочешь мира — будь сильным!»: Сб. материалов конференции по истории разработок первых образцов атомного оружия. — Арзамас-16: РФЯЦ-ВНИИЭФ, 1995.
2. Жучихин В.И. Первая атомная. — М.: ИздАТ, 1993.
3. Альтшуллер Л.В. Начало физики экстремальных состояний // Знакомый незнакомый Зельдович. — М.: Наука, 1993.
4. Атомный проект СССР: Документы и материалы / Под общ. ред. Л.Д. Рябева. — М.: Наука, Физматлит, 1999–2008.
5. Атомная бомба. 1945–1954. — Саров: РФЯЦ-ВНИИЭФ; 1999.
6. Завойская Н. Е. История одного открытия. — М.: ООО Группа «ИДТ», 2007.
7. Чародей эксперимента: Сборник статей об академике Е. К. Завойском. — М.: Наука, 1994.
8. Смит Г. Д. Атомная энергия для военных целей. — М.: Трансжелдориздат, 1946.
9. Советский атомный проект (Конец атомной монополии. Как это было...). Руководитель авторского коллектива — академик Е. А. Негин. — Саров: РФЯЦ-ВНИИЭФ, 2000. 2-е издание.
10. Герои атомного века. — Саров, ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», 2005 г.
11. Тимербаев Р. М. Международный контроль над атомной энергией. — М.: Изд-во «Права человека». 2003.

СМИРНОВ Юрий Николаевич —
ведущий научный сотрудник
РНЦ «Курчатовский институт»,
канд. физ.-мат. наук)



Ю. Б. Харитон

в Кембридже

Переписка
Ю. Б. Харитона

от 23 августа 1926 г.

Ответственному секретарю
Кембриджского университета

Прошу Вас зачислить меня в университет в качестве студента-исследователя со следующего октября (1926 года). Прилагаю следующие документы:

1. Диплом об окончании Политехнического института города Ленинграда.

2. Метрику, подтверждающую мой возраст (22 года).

3. Официальный отчет о моих предшествующих работах и мои пожелания, связанные с исследовательским курсом, который мне предстоит пройти в Кембриджском университете.

Инженер-физик Ю. Харитон

Приложение к письму

Подавая заявление о зачислении меня в качестве студента-исследователя, выражаю свое желание работать в области экспериментальной физики, в частности, в области исследований механизмов построения молекул.

Я работал по проблемам физики в Ленинградском физико-техническом институте (под руководством профессора Иоффе) с 1921 г. (в начале в качестве ассистента, а с 1925 г. — в качестве физика-исследователя). В течение этих лет (с 1921 по 1926 гг.) мной написаны следующие работы:

1) О критических температурах конденсации паров металлов (опубликована в журнале Zeitschrift für Physik 24, 1924 год);

2) О механизмах окисления паров фосфора при низких давлениях (готовится к изданию в ZS.f. Phys.);

3) О механизмах ионизации разнополярных молекул (готовится к изданию в журнале Российского физико-химического общества).

В 1925 году я окончил физико-механический факультет Ленинградского политехнического института.

Инженер-физик Ю. Харитон

30 августа 1926 г.

Уважаемый сэр,

Позвольте поставить Вас в известность о том, что мы получили Ваше письмо от 23 августа, и сообщаем Вам, что Ваше заявление будет передано Секретарю Коллегии по исследовательским работам вскоре после его возвращения в Кембридж.

Позвольте, однако, заметить, что в Вашем письме нет Вашего домашнего адреса; пришлите его, пожалуйста, без задержки.

Искренне Ваш, Сотрудник секретариата

8 сентября 1926 г.

Ответственному секретарю
Кембриджского университета

Джентльмены, в моем заявлении от 23 августа я забыл указать свой персональный адрес. Мой адрес: Юлий Харитон, улица Чехова 17, квартира 12, Ленинград, СССР.

24 сентября 1926 г.

Господину Ю. Харитону, эскуайру
Улица Чехова 17, квартира 12, Ленинград, СССР.

Уважаемый господин Харитон,

Настоящим оповещаю о получении Вашего прошения о зачислении Вас в качестве студента исследовательского факультета. Я поставлю этот вопрос на первом же заседании Аттестационного комитета специальной Комиссии по вопросам физики и химии. Тем временем, высыпаю Вам в качестве приложения к этому письму копию соответствующих инструкций, где в параграфе 2 Вы сможете прочитать, что Ваше прошение не настолько полно, насколько оно могло бы быть. Не могли бы Вы попросить рекомендательных писем от профессоров, под руководством которых Вы работали? Было бы также хорошо, если бы Вы связались с профессором Резерфордом в Кавендишской лаборатории, если Вы еще не успели этого сделать. Отделение заполнено до предела, и, возможно, окажется не просто найти для Вас свободное место.

Искренне Ваш, Р. Е. Пристли

5 октября 1926 года

Уважаемый сэр,

В ответ на Ваше письмо от 24 сентября 1926 г. прилагаю официальный отчет о моих предыдущих работах, написанных под руководством профессора Иоффе.

Я уже связался с профессором Резерфордом, и он написал мне, что сможет найти для меня место в Кавендишской лаборатории.

Искренне Ваш, Ю. Харитон

<Без указания даты>

Господин Харитон работал в нашем институте в течение пяти лет с 1921 года. Он является опытным исследователем и физиком высокого уровня. Работая над критическими температурами конденсации полоски меди под воздействием постепенно повышающейся температуры, он обнаружил, как и предполагалось в работах Вуда и Кнудсена, наличие четкой границы конденсированного металла. Однако некоторые детали (эта граница имела выпуклую форму) позволили ему сделать вывод, что здесь должно быть правильным другое объяснение. На этой основе он разработал новую теорию конденсации и повторного испарения в сотрудничестве с доктором Френкелем. Его более поздняя работа о механизме окисления фосфора при низких давлениях и ионизации двухполлярных молекул также оказалась успешной и дала новые ценные результаты. Я уверен в том, что он хорошо подготовлен к экспериментальной и теоретической работе в лаборатории Кембриджского университета, и что после этого он будет способен самостоятельно продолжать работу и обучать русских студентов.

Профессор А. Иоффе

Кембридж, 16 октября 1926 г.

Ответственному секретарю Университета

Уважаемый сэр,

Позвольте поставить Вас в известность о том, что Аттестационный комитет при Коллегии факультета физики и химии рекомендовал к утверждению прошение Ю. Харитона из Ленинградского университета о приеме его на исследовательский курс университета.

Аттестационный комитет принял решение о том, что этот студент будет проходить обучение на исследовательском курсе под руководством профессора Э. Резерфорда с прохождением практики в Кавендишской лаборатории.

Искренне Ваш,
Председатель <неразборчиво>

23 октября 1926 г.

Ю. Харитону, эсквайру
Тринити Колледж

Уважаемый господин Харитон,

Имею удовольствие сообщить Вам, что Коллегия по исследовательским работам на своем заседании в прошлый вторник утвердила Вас в качестве соискателя на присуждение степени доктора наук октябрем 1926 г. и назначила Вам сэра Эрнеста Резерфорда в качестве научного руководителя. К сему прилагаю служебную записку, которая может Вам пригодиться, а также копию Годового отчета Коллегии, в которой даются разъяснения по поводу большинства из студентов, являющихся Вашими коллегами по работе. Надеюсь, что Вы свяжетесь со мной и я смогу оказать Вам посильную помощь в ходе учебы.

Искренне Ваш, Р. Е. Пристли

21 мая 1928 г.

Дорогой Миллз,

Посылаю тебе от имени Ю. Харитона заявление на предоставление академического отпуска сроком на один год в соответствии с параграфом 9 (i) положения о студентах-исследователях.

Искренне твой, Р. Е. Пристли, секретарь
Коллегии по исследовательским работам

<Заявление, написанное рукой Ю. Б. Харитона>
Секретарю Коллегии
по исследовательской деятельности

Уважаемый сэр,

Настоящим хочу подать прошение согласно параграфу 9(i) Положения В I, III Устава Университета о предоставлении мне академического отпуска сроком на один год из срока в три года, обычно предоставляемого для подготовки к защите степени доктора наук.

Я принимал участие в исследовательской работе в Государственном физико-техническом институте (г. Ленинград) под руководством профессора Иоффе в течение четырех лет. За это время мною опубликованы следующие труды:

1. «О критической температуре конденсации паров металла» (*Über die kritische Temperatur der Kondensation der Metalldämpfen*) (Ю. Харитон, Н. Семенов), Журнал Zs. F. Phys., 2, стр..., 1924 г.

2. «О механизме формирования отрицательных ионов» (*On the mechanism of formation of negative ions*) (Ю. Харитон), Журнал Российской



Ю. Б. Харитон выступает на праздничном заседании, посвященном юбилею П. Л. Капицы

физико-химического общества, стр. 118, 1926 г.
(на русском языке)

3. «Окисление паров фосфора при низких давлениях» (Oxydation von Phosphordämpfen bei niedrigen Drücken) (Ю. Харитон, Z. Walta), Zs. für Phys. Band 39, стр. 547, 1926 г.

Прилагаю копии только двух статей, поскольку мне не удалось раздобыть копию статьи 1.

Также прилагаю письмо от сэра Эрнеста Резерфорда, который пишет обо мне.

Прошу принять мои извинения за опоздание в подаче прошения в связи с моим незнанием правил.

Искренне Ваш, сэр Ю. Харитон

СЕРТИФИКАТ РУКОВОДИТЕЛЯ

(Требуется в соответствии с правилом 15 Положения о студентах-исследователях, 1927 г., стр. 280)

Настоящим удостоверяю, что Ю. Харитон, студент Тринити Колледжа, прошел исследовательский курс в университете под моим руководством по следующим темам: <далее неразборчиво>

Резерфорд,
Руководитель

Кавендишская лаборатория, Кембридж,
18 мая 1928 г.

Господин Харитон из Тринити Колледжа, который работал под моим руководством в Кавендишской лаборатории в течение двух прошлых лет, представляет диссертацию на соискание степени доктора наук и просит о предоставлении ему

академического отпуска сроком на один год по направлению, над которым он работал до прибытия в Кембридж.

Я рассмотрел состояние дел и убежден, что заявление на освобождение от научных работ сроком на один год может быть удовлетворено. Господин Харитон работал у профессора Иоффе в Физико-техническом институте (г. Ленинград), и за это время опубликовал три интересных научных работы.

Э. Резерфорд

<Записка, написанная от руки>

Университетская химическая лаборатория,
Кембридж, 29 мая 1928 г.

Аттестационная комиссия дает разрешение удовлетворить просьбу Ю. Харитона о предоставлении ему академического отпуска сроком на один год, согласно параграфу 9 (i).

В. Х. Наллз

Лаборатория имени Генри Кавендиша,
Кембридж, ...июня 1928 г.

ОТЧЕТ О ДИССЕРТАЦИИ Ю. ХАРИТОНА,
студента Тринити Колледжа,
на соискание степени доктора наук

В диссертации содержится подробное исследование всех факторов, которые вступают в действие при подсчете вспышек в сульфиде цинка под влиянием альфа-частиц и частиц водорода. В эту проблему входило установление наименьшего количества световой энергии, воспринимаемой глазом, при определенных заданных условиях. Было обнаружено, что при вспышке света короткой продолжительности отдохнувший глаз может обнаруживать свет с энергией, соответствующей примерно 16 квантам зеленого света, и примерно половину этой дозы после того, как тело было подвергнуто воздействию стрихнина. Следующая стадия состояла в определении эффективности преобразования кинетической энергии альфа-частиц в видимый свет. Она оказалась высокой, от 20 до 30% для различных образцов сульфида цинка. Проводились наблюдения наименьшей энергии альфа-частиц, для которых последовательно подсчитывались вспышки. В результате получилось около 300 квантов, хотя определенная доля альфа-частиц подсчитывается в соответствии с гораздо более низкими энергиями. И, наконец, экспериментальным путем подробно исследовалось влияние микроскопа, или какой-либо другой оптической системы на обнаружение вспышек. Был получен интересный результат, состоящий в том, что невооруженный глаз может обнаруживать более слабые вспышки, чем

самый лучший микроскоп, однако условия регистрации без усталостного воздействия оказались наилучшими для микроскопа. Приводится интересное обсуждение механизма сцинтиляции, после которого делается вывод, что свет от вспышек рассеивается по всему кристаллу, причем у него есть конечная зона. Этот фактор оказывает важное влияние на восприимчивость глаза к такого рода слабому свету.

Данное исследование, которое было осуществлено совместно с господином Ли из Колледжа святого Эммануэля, потребовало проведения кропотливой, разнообразной и многотрудной работы. Это было исследование необычайно широкого охвата тем; исследователь продемонстрировал известную оригинальность мышления и высокую степень научного проникновения; результаты, полученные в этой сложной области науки, представляют большой интерес и ценность не только в отношении механизма сцинтиляции, но и в отношении реакции и чувствительности глаза к очень малым световым энергиям. Во многих смыслах использованные методы исследования были гораздо более высокого качества, чем те, что использовались другими исследователями при попытке разрешить проблему чувствительности глаза. Я с полной уверенностью считаю эту диссертацию работой высокого качества, и рекомендую ее как основательно заслуживающую присвоения степени доктора наук.

Э. Резерфорд

Отчет о диссертации, представленной Ю. Харитоном из Тринити Колледжа на соискание степени доктора наук

Диссертация озаглавлена как «Некоторые эксперименты, касающиеся подсчета сцинтиляций, производимых альфа-частицами».

Следует отметить, что все работы, описываемые в диссертации, проводились совместно с мистером С. А. Ли из колледжа Святого Эммануэля.

Целью экспериментов было подробное исследование некоторых факторов, являющихся частью метода обнаружения альфа-частиц через вспышки, производимые последними в кристаллах сульфида цинка. Проблема подразделяется на две части: (1) преобразование кинетической энергии альфа-частиц в энергию излучения кристаллов сульфата цинка, и (2) распознавание этой лучистой энергии глазом.

В главе 1 диссертации уделяется внимание установлению наименьшего количества световой энергии, воспринимаемой глазом. Экспериментальные условия были ограничены по объему с тем, чтобы соответствовать тем условиям, при которых наблюдаются вспышки, то есть чувствительность глаза устанавливалась для вспышек зеленого света. Было обнаружено, что при вспышках длительностью от 10^{-2} с до, примерно, 10^{-5} с граница

зрительного ощущения не зависела от длительности вспышки. Длительность вспышек составляла примерно 10^{-4} с. Величина, полученная для минимального количества света, воспринимаемого глазом, составила около 17 квантов при длине волны 505 мкм, к которой наиболее восприимчив при выкипший к темноте глаз.

В следующей главе описаны эксперименты, направленные на измерение эффективности преобразования кинетической энергии альфа-частиц в энергию излучения кристаллов сульфата цинка. Эффективность оказалась на удивление высокой, поскольку для лучших образцов ZnS от 20 до 25 % энергии альфа-частиц проявило себя в качестве лучистой энергии сцинтиляции. Спектральное распределение света также оказалось благоприятным, то есть, если взять условия адаптированные к темноте глаза, то световая эффективность хорошего кристалла ZnS составляет от 10 до 13 процентов.

Далее следует ряд экспериментов, связанных с реальным подсчетом сцинтиляций. Двумя независимыми методами показано, что вспышки более не воспринимаются, когда глаза достигает менее 300 квантов зеленого света при обычных условиях подсчета, когда используется микроскоп примерно с 50-кратным увеличением. Однако, когда увеличение составляет примерно единицу (вспышки, наблюдаемые невооруженным глазом), граница зрительного восприятия равна примерно 35 квантам. Разумное объяснение этому несоответствию может быть получено из оптических свойств кристаллов ZnS. Изображение, формируемое микроскопом, представляет собой не изображение пути альфа-частицы, а изображение освещенного кристалла, причем известно, что чувствительность глаза зависит от размера изображения, формируемого на сетчатке.

Эксперименты, описываемые в данной диссертации, являются собой первую попытку исследовать основы метода подсчета альфа-частиц на базе сцинтиляции. Они показали не только то, почему метод столь успешен, но и дали объяснение различным наблюдениям, которые проводились время от времени. Вдобавок к важному значению, которое имели эти эксперименты с этой точки зрения, они обладают интересом и с другой точки зрения. Так, например, эксперименты по границе зрительного восприятия, как мне представляется, являются первыми убедительными измерениями чувствительности глаза к вспышкам света, а измерения эффективности преобразования энергии альфа-частиц в свет, излучаемый кристаллом сульфата цинка, привели к возникновению более определенной картины механизма процесса сцинтиляции.

Представляется очевидным, что исследователь прекрасно владеет экспериментальными технологиями, и я считаю, что им проявленна самая высокая квалификация. Я настоятельно рекомендую присвоить ему научную степень.

Дж. Чедвик



Улица, где жил Ю. Б. Харитон в Кембридже



В таком доме снимал комнату Ю. Б. Харитон

<Записка, написанная от руки>

Кавендишская лаборатория, Кембридж,
4 июня 1928 г.

Сегодня мы устно проэкзаменовали Ю. Харитона из Тринити Колледжа и пришли к выводу, что он обладает очень четкими познаниями в области, которая относится к его диссертации, и необычайно широко эрудирован в вопросах общей физики.

Э. Резерфорд, Дж. Чедвик

<Без указания даты>

Настоящим удостоверяю, что ни моя диссертация в целом, ни ее отдельные части не были представлены ни в одном другом университете, и если в ней приводятся данные, полученные другими исследователями, которые были использованы автором, то дается ссылка на источник информации.

Эксперименты, описанные в данной диссертации, были осуществлены в Кавендишской лабора-

тории под руководством сэра Эрнеста Резерфорда и доктора Чедвика. Работа в целом была проведена в сотрудничестве с господином С. А. Ли из колледжа Святого Эммануэля.

Ю. Харитон

Университетская библиотека,
Кембридж,
25 июня 1928 года

Настоящим удостоверяю, что Ю. Харитон из Тринити Колледжа сдал на хранение в университетскую библиотеку свою работу, озаглавленную «Некоторые эксперименты, касающиеся подсчета сцинтилляций, производимых альфа-частицами».

Секретарь
университетской библиотеки
<фамилия неразборчива>

Если сравнивать с процедурой защиты докторской диссертации в России, то в Кембридже отсутствует отзыв внешней организации, нет тайного голосования членов ученого совета, нет ВАК, достаточно двух отзывов: научного руководителя (Резерфорда) и специалиста (Чедвик), процедура защиты докторской диссертации в Кембридже совпадает с процедурой защиты обычного диплома студентом в России.

Резерфорд Эрнест (1871–1937 гг.) — английский физик, профессор Кембриджского университета и директор Кавендишской лаборатории. Открыл альфа- и бета-лучи в 1899 г., доказал в 1909 г., что а-частицы являются дважды ионизованными атомами гелия, доказал в 1911 г., что в атоме имеется плотное положительно заряженное ядро диаметром в 10000 раз меньше размера атома. В 1919 г. осуществил первую искусственную ядерную реакцию, превратив азот в кислород. Открыл протон. Нобелевский лауреат 1908 г.

Чедвик Джеймс (1891–1974 гг.) — английский физик-экспериментатор, в 1923–1935 гг. преподавал в Кембриджском университете и был заместителем директора Кавендишской лаборатории. В 1914 г. открыл непрерывный спектр бета-излучения. В 1920 г., исследуя рассеяние альфа-частиц различными атомами, подтвердил планетарную модель атома Резерфорда, доказал, что заряд ядра равен порядковому номеру в таблице Менделеева. В 1932 г. открыл нейтрон. Нобелевский лауреат 1935 г.

Материалы предоставлены внуком
Ю. Б. Харитона А. Ю. Семеновым

ИССЛЕДОВАНИЯ

ПУЛЬСАЦИЯ ТАЛАНТОВ В ИСТОРИИ РУССКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

М. Д. ГОЛУБОВСКИЙ



Н. М. Карамзин



И. А. Крылов



В. Г. Белинский

Козьма Прutков глубокомысленно изрек, что «время подобно искусному правителю, непрестанно производящему новые таланты взамен исчезнувших». Давайте проверим это утверждение и рассмотрим последовательность появления на свет русских поэтических гениев, родившихся в последней трети XVIII — конце XIX веков — период в 125 лет. Прежде всего хочу заметить, что все, о чем вы прочитаете в дальнейшем, дискуссионно и не претендует на абсолют. Как известно, к концу XVIII века во многом в результате деятельности Н. М. Карамзина (1766–1826) сложилась русская литература и ее читатели. Белинский писал: «Карамзин первый на Руси заменил мертвый язык книги живым языком общества. До Карамзина у нас на Руси думали, что книги пишутся и читаются для одних «ученых» и что неученому почти так же не престало брать в руки книгу, как профессору танцевать. Оттого содержание книг, по тогдашнему мнению, должно быть как можно более важным и дельным, то есть как можно более тяжелым и скучным, сухим и мертвым... Карамзин умел захотить русскую публику к чтению русских книг».

Иными словами, Карамзин создал среду, благоприятную для проявления наследственных (врожденных) литературных способностей. И таланты не замедлили появиться на сцене. Но нас будут интересовать не просто таланты, а «поэтические гении», если угодно, звезды первой величины. Белинский, будучи гениальным критиком, не только умел отделять в области литературы зерно от плевел, но тонко чувствовал ту грань, когда появляется настоящий талант и его высшая грань — гений. Конечно же, он исходил из того, что «гений и талант дается природой, что тот и другой есть, так сказать, свойство самого организма человека, как свет и теплота есть свойство огня». На творениях поэтического гения всегда виден резкий отпечаток личности, они оригинальны, самобытны, под них невозможно подделаться. «К числу таких гениальных поэтов принадлежит в нашей литературе баснописец Крылов», — делал вывод Белинский, и время подтвердило правильность вывода.

Иван Андреевич Крылов родился в 1769 г. С этого года начнем изучать, с какой частотой «природа-мать» посыпала миру литературных гениев. Не будем по-дилетантски решать, кто входит в паноптикум гениев, а воспользуемся так называемой экспертной оценкой. Такую оценку вынуждены были делать поэты, писатели, критики — составители двухтомника «Библиотека всемирной литературы». По образному выражению поэта Евгения Винокурова, одного из составителей тома русской поэзии XIX века, поэзия (да и любой вид творчества, добавим мы) подобна горному ландшафту, который включает в себя и высочайшие пики, и горные хреб-

ты, и небольшие горы, и холмы: «Русская поэзия XIX века богата первоклассными талантами — Жуковский, Батюшков, Крылов, Баратынский, Тютчев, Фет, А. К. Толстой... Каждый из них в отдельности образует большой, самостоятельный и органичный мир. Их поэтические индивидуальности настолько велики, что каждый из них не меркнет на фоне Пушкина, Лермонтова, Некрасова. А за ними — иные горные хребты — Бунин, Блок, Маяковский, Есенин, Пастернак, Заболоцкий, Твардовский».

В издательстве «Прогресс» в 1979 г. вышло в свет замечательное издание «Поэзия Европы» в трех томах. Здесь собраны шедевры европейской поэзии, напечатанные на языке оригинала и в переводе на русский язык, а также шедевры русской поэзии XIX — начала XX веков в переводе на три европейских языка. Кто же из русскоязычных поэтов отобран экспертами? Это Пушкин, Баратынский, Тютчев, Лермонтов, Фет, Некрасов, Бунин, Блок, Ахматова, Пастернак, Мандельштам, Цветаева, Маяковский. Совпадение двух экспертных оценок очевидно.

В «Библиотеку всемирной литературы» включены творения следующих классиков русской литературы: Герцена, Грибоедова, Гоголя, Гончарова, Островского, Достоевского, Лескова, Некрасова, Салтыкова-Щедрина, Толстого, Тургенева, Чехова. Конечно, каждый из нас и без всяких экспертов назовет эти имена.

Итак, распределим гениев русской литературы по годам рождения, начиная с И. С. Крылова, с 1769 и до 1894 г., охватывая период в 125 лет. Весь период разобъем на семилетия, так, чтобы получилось достаточно большое число временных интервалов: 1769–1775 гг., 1776–1782 гг., 1783–1789 гг. и так далее до 1888–1894 гг.; получили 18 интервалов. Конечно, может возникнуть вопрос, почему интервал выбран в 7 лет, а не в 5 или 10. Во-первых, это не принципиально. А во-вторых, интервал в 7 лет, согласно некоторым наблюдениям, делит жизнь человеческую на некоторые вехи. Когда Лев Толстой стал составлять свою биографию для друга и последователя Бирюкова, он разделил свою жизнь на семилетия, ссылаясь на то, что «соответственно семилетиям телесной жизни человека, признаваемым даже и некоторыми физиологами, можно установить и семилетия в развитии жизни духовной». Поверим здесь Л. Н. Толстому, ибо немногие могли так глубоко проникнуть в психологию и духовный мир человека, как он. Соответственно семилетиям, он называл и свои книги: «Детство» (до 7 лет), «Отрочество» (до 14 лет), «Юность» (до 20 лет). Можно полагать, что каждое семилетие включает определенный чувствительный период, от воздействия на который зависит физическое и психологическое становление и состояние человека.

Составим таблицу, в которой 30 гениев русской литературы распределим по интервалам в соответствии с годом их рождения. Талант выдающихся критиков и публицистов — Белинского, Писарева, Добролюбова, Чернышевского и К. Чуковского — совершенно особый, хотя и сродни писательскому, поэтому они не входят в нашу таблицу.

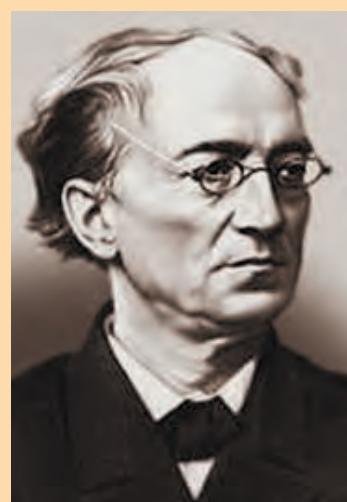
При первом же взгляде на таблицу видна зияющая дыра, лакуна. До начала тридцатых годов «природа-мать» регулярно дарила русской земле выдающихся поэтов и писателей. Но на протяжении четверти века, с 1831 г. (год рождения Лескова) до 1860 г.



А. С. Пушкин



Е. А. Баратынский



Ф. И. Тютчев



М. Ю. Лермонтов



Н. А. Некрасов



А. А. Фет

(год рождения Чехова) не родилось ни одного выдающегося писателя. А с поэтами еще хуже. На протяжении полувека с 1817 г. (когда родились Толстой, Фет, Некрасов) по 1870–1880 гг. (когда родились Бунин и Блок) русская земля не посыпала миру поэтических гениев.

В чем дело? Откуда взялась эта «черная дыра»? неужели это при-чудливая игра случайностей, свойственная, например, распределению Пуассона, когда бывает разом густо, разом пусто.

ПРИЧИНЫ «ЧЕРНОЙ ДЫРЫ»

Исследуем три возможные причины, приведшие к «черной дыре»:

1. случайность;
2. какая-то утечка генов или изменение темпов мутационного процесса;
3. ситуация капитана Стормфилда — блокада проявления поэтических генов в силу каких-то неблагоприятных условий среды.

Первое предположение о том, что лакуна в 25 лет для писателей и в полвека для поэтов есть просто случайность, ввиду малой выборки, не проходит. Во-первых, в силу случайных причин может появиться «звездное скопление» в одном интервале и лакуна в другом. Например, если мы сравним периоды 17 и 18 (см. табл.),

№	Семилетний период	Выдающиеся поэты и писатели, родившиеся в это время
1	1769–1775	И. Крылов
2	1776–1782	—
3	1783–1789	В. Жуковский, К. Батюшков
4	1790–1796	А. Грибоедов
5	1797–1803	А. Пушкин, Е. Баратынский, Ф. Тютчев
6	1804–1810	Н. Гоголь
7	1811–1817	М. Лермонтов, А. Герцен, А. Гончаров, А. К. Толстой
8	1818–1824	И. Тургенев, А. Фет, Н. Некрасов, Ф. Достоевский, А. Островский
9	1825–1831	Л. Толстой, М. Салтыков-Щедрин, Н. Лесков
10	1832–1838	—
11	1839–1845	—
12	1846–1852	—
13	1853–1859	—
14	1860–1866	А. Чехов
15	1867–1873	И. Бунин, М. Горький
16	1874–1880	А. Блок
17	1881–1887	—
18	1888–1894	В. Маяковский, Б. Пастернак, А. Ахматова, М. Цветаева, М. Булгаков, О. Мандельштам

то появление подряд четырех «пустых» периодов 10, 11, 12, 13 (1832–1859 гг.) представляется маловероятным. Кстати, можно провести нечто вроде контрольного опыта. Если посмотреть, что происходит за те же 125 лет в английской и французской словесностях, составив соответствующие таблицы, можно убедиться, что здесь нива плодоносила более или менее регулярно, случайностей в виде четвертьвекового неурожая не было.

Вторая причина. Отбрасываем случайность и исследуем второе предположение о какой-то утечке «поэтических генов» или изменении темпов мутирования. Давайте рассмотрим, как распределены по годам рождения не только выдающиеся пики, а так сказать все компоненты литературного ландшафта — и горы, и холмы. Для этого опять прибегнем к экспертной оценке, взяв за основу библиографический словарь «Русские писатели» (М., Просвещение, 1971). Редакция в предисловии сообщает, что в словарь включены сведения как о выдающихся русских писателях-классиках, так и о писателях менее значительных, творчество которых сыграло, однако, известную роль в истории русской литературы на разных ее этапах. Назовем когортой I первую группу русских писателей («выдающихся») и когортой II — всех остальных, включенных в словарь. Теперь возьмем промежуток в 100 лет, с 1769 по 1866 гг., и посмотрим, как распределены по годам рождения когорта I и когорта II. Оказывается, что если в когорте I более четверти века, с 1832 по 1859 гг. пусто, то в когорте II в это же время уменьшения по сравнению с предыдущими и последующими периодами незаметно. Таким образом, гены, определяющие способность к словотворчеству, не исчезли. И в «ландшафте» русской литературы мы находим и холмы, и горы, и горные хребты, появившиеся за четыре семилетия в период с 1832 по 1859 гг. Но все же выдающиеся пики исчезли — они были либо раньше, либо позже этого периода. Словно какие-то препяды мешали созреть поэтическим гениям, которые, конечно же, появлялись в потенции, но не достигали почему-то высот.

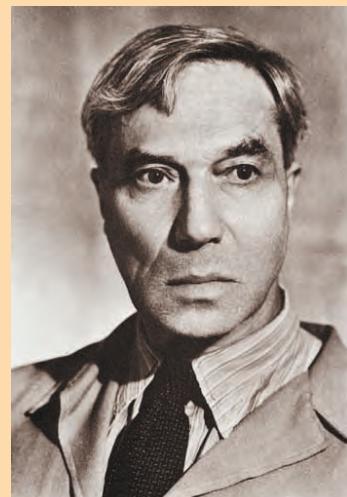
К этому выводу мы приходим, изучив даты рождения музыкальных гениев России. Как раз на середину загадочной «черной дыры» (1839–1845) приходятся годы рождения трех титанов русской музыкальной культуры — Мусоргского, Чайковского и Римского-Корсакова.

И тут самое время вновь вспомнить путешествие капитана Стормфилда и поискать те внешние препяды, которые мешали бы проявлению и выражению потенциальных поэтических гениев. Поиск сложный, но поучительный.

Разберем две возможные ограничительные причины. Первая — это ослепительный свет, испускаемый гениями, и их взаимное отталкивание. Поколение, родившееся в 30–50-е гг., вступало в жизнь в середине 50–70-х гг. А это был период расцвета творчества той плеяды гениев, которые родились в 10–20-е гг. XIX века. В прозе это Тургенев, Достоевский, Толстой, в поэзии — Ф. Тютчев, А. К. Толстой, А. Фет, Н. Некрасов. Нужно было иметь дерзновенную веру в свои силы, чтобы преодолеть свет, испускаемый моцартами литературы. Ведь даже зрелый мастер, зрелый талант при вспышке гения меркнет, и у него пропадает желание творить (тема терзаний Сальери). Гений под-



И. А. Бунин



Б. Л. Пастернак



А. А. Ахматова



В. В. Маяковский



О. Э. Мандельштам



А. А. Блок



М. И. Цветаева

ымает искусство настолько, что после него, кажется, настанет пустота:

Что пользы, если Моцарт
будет жив
И новой высоты еще
достигнет?
Подымет ли он тем
искусство? Нет!
Оно падет опять, как он исчезнет.

(А. С. Пушкин. Моцарт и Сальери)

Если в первые три десятилетия XIX века, по словам Белинского, новая поэма в стихах, отрывок из поэмы, новое стихотворение, появившееся в журнале или альманахе — все это пользовалось привилегией производить шум, толки, восторги, споры и прочее, то после выхода сочинений Пушкина, Лермонтова «доступ к поэтической славе сделался очень труден, так, что талант, который прежде мог бы играть блестящую роль, теперь должен ограничиваться более скромным положением». Чтобы привести в движение литературу, нужен был новый Пушкин, новый Лермонтов. Но ведь появились же вслед за Пушкиным и Лермонтовым новые гении: Ф. Тютчев, А. К. Толстой, А. Фет, Н. Некрасов, расцвел которых пришелся на 30–40 гг. А почему вдруг этот процесс остановился?

«Приближались роковые — сороковые годы», — сказал А. Блок в 1921 г. в речи памяти Пушкина. В эти «сороковые годы» психологический климат в отношении к поэтическому искусству резко изменился. Уже в середине 40-х гг. Белинский отмечал, «стихи играют второстепенную в сравнении с прозой роль. Их читают будто нехотя, едва замечают, похваливают хорошее и ничего не говорят о посредственном». Конец 40-х гг. — расцвет «натуральной школы» литературы критического реализма. После «Мертвых душ» Гоголя почти синхронно выходят и пользуются большим успехом «Бедные люди» Достоевского, «Кто виноват?» Герцена, «Обыкновенная история» Гончарова, «Записки охотника» Тургенева. Кипят споры славянофилов и западников.

Герцен в «Былое и думы» вспоминает: «Вообще Москва входила тогда в ту пору возбужденности умственных интересов, когда литературные споры за неимением политических становятся вопросами жизни. Появление замечательной книги составило событие: критики и антикритики читались и комментировались с тем вниманием, с которым, бывало, в Англии или во Франции следили за парламентскими прениями. Подавленность всех других сфер человеческой деятельности бросала образованную часть общества в книжный мир, и в нем одном действительно совершался глухо и полусловами протест против николаевского гнета, тот протест, который мы услышали открытое и громче на другой день после его смерти».

Таким образом, по свидетельству Герцена, литературные события стали вопросами жизни, все, что выходило, читалось и комментировалось. В нашем контексте это означает, что среда для выявления литературных талантов, в особенности талантов, затрагивающих гражданские темы, была как нельзя более благоприятной. Отсюда расцвет натуральной школы в прозе и гражданской лирики Некрасова.

После французской революции 1848 г. в России наступило «мрачное семилетие», закрылись журналы, ожесточилась цензура, начались репрессии, отправлен на каторгу Достоевский, сослан Салтыков-Щедрин. Но вот со смертью Николая I начался новый общественный подъем, и вновь самые актуальные вопросы политической жизни разрешались в сфере литературы. 1856–1857 гг. названы как «необыкновенное в русской литературе и общественной жизни двухлетие». Один за другим печатаются «Рудин» Тургенева, «Губернские очерки» Салтыкова-Щедрина, «Доходное место» Островского. В 1856 г. выходит книга стихов Некрасова, которая, по словам Огарева, «обожгла душу русскому человеку». Книга имела такой грандиозный успех, что «все издание было раскуплено в несколько дней, и, так как спрос на книгу продолжал возрастать, вскоре появились ее рукописные копии, продававшиеся в удешевленную цену. В тот сборник, проскочивший через цензуру, Некрасов (перед отъездом в Рим) успел включить в качестве предисловия программное стихотворение «Поэт и гражданин», в котором передан пульс времени и существо споров о назначении поэтов и поэзии. Гражданин страстно обращается к лежащему в раздумьях поэту: «Пора вставать! Ты знаешь сам, какое время наступило... проснись, громи пороки смело!» Поэт лениво протягивает Гражданину строки Пушкина:

Не для житейского волненья,
Не для корысти, не для битв,
Мы рождены для вдохновенья,
Для звуков сладких и молитв.

Если у самого Некрасова гражданские мотивы прекрасно сочетались с любовной лирикой и с описанием природы, то прямолинейные последователи Гражданина уложили поэзию на малогабаритное прокрустово ложе. Разгоряченные молодые Базаровы, заполонившие литературные журналы 60–70 гг., требовали от искусств прежде всего непосредственной общественной прозы («Рафаэль гроша ломаного не стоит»).

Молодежь искала в литературе ответы на самые животрепещущие вопросы бытия. Время диктовало свои условия. Россия, покрывшая себя неувядающей славой в войне 1812 г., ушла в прошлое. Молодые входили в жизнь в нищей, полуграмотной стране, только-только освободившейся от рабства. «Что делать?» — вот вопрос, который волновал разночинцев, пришедших в университеты, вступивших на ниву просвещения. Поколению Базаровых казались ненужными стихи Тютчева и Фета, уводящие читателя от решения «проклятых» вопросов его времени.

Нельзя, однако, забывать, что если поколение, ворвавшееся на арену общественной жизни, с его отрицанием культуры «отцов», с его дерзким отрицанием сложившегося уклада «темного царства», наконец, с его стремлением к разуму, занятиям наукой и общественно полезным трудом создало атмосферу «болезни роста» в отношении поэзии, то в то же самое время оно увлекло многих молодых людей наукой. Внемля призыву Писарева, молодой Павлов уходит из духовной семинарии в Петербургский университет. Вот годы рождений корифеев русской науки: Менделеева, Тимирязева, Мечникова, Павлова: 1834, 1843, 1845, 1849. Все они приходятся на лакуну для служителей муз.

Таким образом, пульсации общественной жизни, духа времени приводят к пульсации в становлении и проявлении талантов, но не в их «нарождении», то есть гены не исчезают.

Автор ни в коей мере не претендует на какое-либо исчерпывающее решение загадки пульсации талантливости. Несомненно лишь, что эта загадка есть, и резкий конфликт «отцов и детей», возникший на рубеже 60-х гг. и продолжавшийся около двух десятилетий, неблагоприятно сказался на становлении писательских талантов. Среди множества условий среды, стимулирующих творческий взлет поэтического гения (в широком смысле слова), одно из самых важных — понимание и поддержка со стороны «гениального читателя, сопереживание, сочувствие. Остроумно замечено, что так же, как тело наше нуждается в витаминах, наш дух — в одобрении, поддержке. Без них творческий порыв слабеет и гаснет.

Кем стали и в какие области творчества или сферы жизни ушли потенциальные гении, родившиеся в 30–40-е гг.? Этого мы не узнаем. Автор лишь сделал попытку взглянуть на интереснейшую, поставленную В. И. Вернадским проблему взглядом генетика. Далее должны сказать свое слово историки и социологи, искусствоведы и психологи.

ГОЛУБОВСКИЙ
Михаил Давидович —
доктор биологических наук,
ведущий научный сотрудник
Института истории естествознания
и техники РАН

Чезабывааемая встреча

Н. А. ВОЛКОВА



М. Л. Попович

В начале апреля 2008 г. в гости к саровчанам приезжала необыкновенная женщина — летчик-испытатель 1 класса Марина Лаврентьевна Попович. Нелегко дался Марине путь в летчики-испытатели, но она, преодолев все трудности, осуществила свою мечту: освоила более 40 типов самолетов и вертолетов, в том числе Ан-22 (Антей). Испытывала авиационную технику в ГК НИИ им. В. П. Чкалова и КБ О. К. Антонова, в том числе пять самолетов в качестве ведущего летчика-испытателя. Установила 101 мировой и 126 всесоюзных авиационных рекордов. За выдающиеся заслуги в авиации награждена пятью высшими международными авиационными наградами, среди них Большая золотая медаль ФАИ.

Потрясающие успехи! Мы убедились, какой она рассказчик! Марина Лаврентьевна с большой теплотой отзывалась о своих коллегах — отважных людях, связавших свою судьбу с небом. Она пишет о них книги, стихи. Ею уже написано 14 книг более чем миллионным тиражом. Марина постоянно в работе. Она встречается с людьми, выступает с лекциями. Ей интересно все. Марина

В начале апреля 2008 г. в гости к саровчанам приезжала необыкновенная женщина — летчик-испытатель 1 класса Марина Лаврентьевна Попович. Нелегко дался Марине путь в летчики-испытатели, но она, преодолев все трудности, осуществила свою мечту: освоила более 40 типов самолетов и вертолетов, в том числе Ан-22 (Антей). Испытывала авиационную технику в ГК НИИ им. В. П. Чкалова и КБ О. К. Антонова, в том числе пять самолетов в качестве ведущего летчика-испытателя. Установила 101 мировой и 126 всесоюзных авиационных рекордов. За выдающиеся заслуги в авиации награждена пятью высшими международными авиационными наградами, среди них Большая золотая медаль ФАИ.

Лаврентьевна — известный уфолог, неоднократно бывавший в экспедициях, и постоянный участник международных уфологических конференций.

Марина Лаврентьевна — Герой Социалистического Труда, награждена орденами Красного Знамени, Красной Звезды, «Знак Почета» и многими медалями. Заслуженный лектор и заслуженный мастер спорта СССР. Профессор, действительный член шести академий, в том числе Петровской академии наук и искусств. Президент академии им. П. К. Ощепкова.

Ее рассказ о своей работе и коллегах летчиках-испытателях потряс всех присутствующих на этой встрече. Более трех часов продолжалась встреча, а после завершения беседы в фойе Дома ученых Марина Лаврентьевна подарила всем желающим свою книгу стихов, причем сопровождала это действие такими интересными комментариями и дополнительными рассказами, что никто не хотел расходиться.

На книге «Наедине с небесами» (М.:Граница, 2006), подаренной редакции нашего журнала, она написала: «Читателям журнала «Атом». С пожеланием надежных жизненных и творческих крыльев! С любовью М. Попович. 3.04.2008 г.»

А на следующий день ее встречали школьники г. Сарова. Ребята были в восторге. Они окружили Марину Лаврентьевну и задавали ей бесконечные вопросы. С трудом удалось «вытащить» Марину Лаврентьевну из плотного кольца ребят, но поезд уже ждал, чтобы увезти ее к новым делам, к новым встречам, к новым свершениям.



На встрече в Доме ученых

ЛЕТЧИКАМ-ИСПЫТАТЕЛЯМ

Пока крепки душой и телом,
Увлечены своим мы делом,
И в каждой мелочи, и в целом
Мы не отступим от него.

Мы каждый чуточку мечтатель,
И в каждый вылет испытатель
Вложит стремится, как старатель,
Крупницу сердца своего.

Пока летают самолеты,
Нам не остаться без работы,
Ведь мы с тобою, друг, пилоты,
И мы обязаны летать.

В них труд конструктора заложен,
И производством он умножен,
И ты, мой друг, будь осторожен,
Его нам надо испытать.

Еще он робок, как ребенок,
Ведь отдают его с пеленок,
И нам должно хватить силенок,
Чтоб научить его летать.

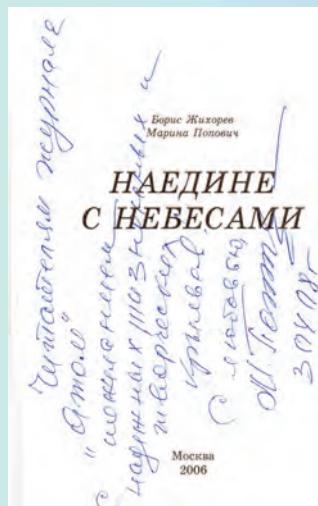
Во всем нам нужно разобраться,
За жизнь его должны мы драться,
И мы не в праве ошибаться,
Чтобы его не покидать.

Когда же выполним работу,
Оценят нашу все заботу,
А мы нальем с тобой в субботу
За долголетие его.

Пусть он уверенно летает
И нас с тобой не забывает,
А кто летит на нем, пусть знает,
Что мы старались для него.



М. Л. Попович — интересный рассказчик



Книги в подарок



Научно-популярный журнал для
всех, кто интересуется историей
создания ядерного оружия,
новыми направлениями развития
современной физики, научными
технологиями.

Учредитель —
Российский федеральный ядерный
центр — Всероссийский научно-
исследовательский институт
(РФЯЦ-ВНИИЭФ), г. Саров.
Зарегистрирован Госкомитетом РФ
по печати за № 12751
от 20.07.94 г.

С содержанием журналов можно
ознакомиться на сайте РФЯЦ-ВНИИЭФ
www.vniief.ru

Заказать журнал и подписаться на
него можно по адресу редакции:

607188, г. Саров, РФЯЦ-ВНИИЭФ,
ОГИНТИ,
заместителю главного редактора
Волковой Нине Анатольевне

Тел. (831-30) 205-25,
факс (831-30) 205-47
e-mail: volkova@vniief.ru



Храм Святого великомученика и целителя Пантелеймона
на территории больничного городка г. Сарова
(Фото Н. А. Волковой)