

## ИЗ ИСТОРИИ ФИЗИКИ

## Воспоминания об учителе

Ю.А. Романов

PACS numbers: 01.60.+q, 01.65.+g

Мой рассказ будет касаться того отрезка времени (1948–1954 гг.), когда творческая деятельность И.Е. Тамма была, в основном, связана с исследованиями, цель которых состояла в создании отечественного термоядерного оружия.

Несколько слов из истории. Монопольное владение США ядерным арсеналом при осложнении советско-американских отношений не могло не тревожить политическое руководство СССР. Для скорейшей ликвидации американской ядерной монополии к советскому проекту были привлечены все лучшие силы ученых-ядерщиков во главе с И.В. Курчатовым, а также талантливые инженерные кадры. Не без помощи разведывательных служб, получивших информацию от известного ученого Клауса Фукса, но в основном благодаря самоотверженному труду советских физиков и инженеров, в 1949 г. испытанием отечественной атомной бомбы было достигнуто равновесие между Востоком и Западом.

О том, что в США исследуются способы создания термоядерного оружия, или, как его называли американцы — супербомбы, было известно еще в 1945 г. И.В. Курчатов обратился к группе видных ученых-физиков (И.И. Гуревичу, Я.Б. Зельдовичу, И.Я. Померанчуку, Ю.Б. Харитону) с вопросом: "Возможно ли создание сверхбомбы?" Доклад группы "Использование ядерной энергии легких элементов" (который, кстати, полностью опубликован в УФН за 1991 г.) содержал основные физические соображения на указанную тему, однако главная проблема — как сделать супербомбу — оставалась далеко не ясной. Доклад был заслушан на заседании технического совета специального комитета при СНК СССР, решением которого поручалось приступить к систематическому исследованию этой проблемы в Институте химической физики, где создавалась специальная группа теоретиков под началом Я.Б. Зельдовича. Ход работ регулярно заслушивался на заседаниях Научно-технического совета, созданного в те годы Первого главного управления (НТС ПГУ). Становилась ясна

и важность проблемы, сложность ее реализации и необходимость привлечения новых научных сил для ускорения ее решения.

Тогда выбор И.В. Курчатова пал на И.Е. Тамма, ученого широкого кругозора, теоретика высочайшего класса, пользовавшегося бесспорным авторитетом в научных кругах. Итак, 10 июня 1948 г. Постановлением ЦК за № 1990/774 в Физическом институте АН (ФИАНе) для исследований возможности создания водородной бомбы была организована специальная группа под руководством Игоря Евгеньевича, в состав которой вошли С.З. Беленький, В.Л. Гинзбург, А.Д. Сахаров и ваш покорный слуга. Уже в конце июня в здании ФИАНа на Миусской площади были выделены три комнаты с особым режимом охраны, в которых и началась работа по сверхсекретной проблематике.

Уже в наши дни в зарубежной печати стали появляться сообщения, намекающие на то, будто основные идеи создания первой водородной бомбы принадлежат не советским, а американским ученым. Подобную точку зрения убедительно опровергает книга воспоминаний А.Д. Сахарова. Как непосредственный участник работ по созданию термоядерного оружия, я также с этим категорически не согласен. Вплоть до начала 1950 г. исследования по супербомбе в США шли с переменным успехом. Там оптимизм в реализации тех или иных идей сменялся глубоким пессимизмом; кардинальных предложений, которые заложили бы реальные основы удачного разрешения проблемы, в тот период в США высказано не было. Близкие к американским по содержанию исследования группы Зельдовича, также не принесли ощутимого успеха, хотя и сыграли существенную роль в становлении квалифицированного костяка советских ученых-физиков, способного решать самые сложные задачи при создании отечественного термоядерного оружия.

Основные идеи создания первой советской водородной бомбы ("первая" и "вторая" идеи по классификации А.Д. Сахарова в книге воспоминаний), сформулированные Таммом, Сахаровым и Гинзбургом в конце 1948 — начале 1949 гг., были совершенно оригинальными и определили существенные преимущества испытанной в 1953 г. советской бомбы по сравнению с "устройством" США ("Майк"), взорванным в 1952 г.

У кого-то может возникнуть недоумение, чем мог оказаться полезен для решения чисто практической задачи И.Е. Тамм, известный своими фундаменталь-

Ю.А. Романов. Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной физики (ВНИИЭФ),  
607200 Саров (Арзамас-16) Нижегородская обл., Россия  
Факс: (83130) 545-65

Статья поступила 27 июля 1995 г.

особенно важную роль в делении  
 урана играют нейтроны с энергией  
 14 мегавольт, получающиеся в реакции  
 $D + T = He + n + 17$  мегавольт.  
 Эта реакция, так же как и первичная  
 реакция  $D + D$ , происходит лишь при  
 температурах порядка 50 миллионов градусов  
 выше; однако при температурах  
 ядерного взрыва и при равных концентра-  
 циях  $D$  и  $T$ , скорость реакции  $D + T$   
 в 100-150 раз превышает скорость  
 первичной реакции  $D + D$ .

Рис. 1. Фрагмент из отчета И.Е. Тамма по предложению разработки первой советской водородной бомбы: "... Особенно важную роль в делении урана играют нейтроны с энергией 14 мегавольт, получающиеся в реакции:  $D + T = He + n + 17$  мегавольт. Эта реакция, так же как и первичная реакция  $D + D$ , происходит лишь при температурах порядка 50 миллионов градусов и выше. Однако при температуре ядерного взрыва при равных концентрациях  $D$  и  $T$ , скорость реакции  $D + T$  в 100-150 раз превышает скорость первичной реакции  $D + D$ ..."

ными результатами в теоретической физике. Конечно, по своему характеру Игорь Евгеньевич не был ни изобретателем, ни конструктором. Однако он обладал исключительной научной интуицией в определении направления предстоящих исследований. В тех условиях, пока Сахаров не приобрел еще достаточного авторитета, личная ответственность за качество и сроки выполнения работ целиком лежала на Тамме. В декабре 1948 г., выступая на совете перед И.В. Курчатовым, Игорь Евгеньевич сумел образно и доходчиво рассказать о новых физических идеях, и они были восприняты весьма положительно. В отзыве Ю.Б. Харитона, отличавшегося неизменной осторожностью и предусмотрительностью, содержится мнение по поводу предложений Тамма и Сахарова, что идеи новы, оригинальны, заслуживают серьезной проработки. Эти идеи необходимо проверить расчетами и

физическими экспериментами, а потом уже говорить об испытании. Тогда было законом — сначала все понять, а потом уже делать. Нетрудно догадаться, чем бы ответили ученые на неудачу испытаний. Результатом обсуждения новых предложений явилось Постановление ЦК КПСС и Совмина. В нем даны полная поддержка новых предложений группы И.Е. Тамма и указание на необходимость проведения в ФИАНе экспериментальных работ группой И.М. Франка (по определению сечений взаимодействия нейтронов в разных средах).

Вся работа по термоядерной проблематике шла под неусыпным надзором и контролем со стороны высоких инстанций, на вершине пирамиды которых находился сам Лаврентий Берия. Лично ему Ю.Б. Харитон систематически докладывал обо всех результатах выполненных работ. Листая архивные дела того времени, я видел

написанные почерком Юлия Борисовича (почерком, не изменившимся за 50 лет!) многочисленные страницы докладов, которые, к сожалению, пока не могу воспроизвести. Тогда все документы, касающиеся научно-технических аспектов проблемы, по-видимому, не доверяя машинисткам, писали собственноручно и заканчивали фразой: "Исполнено от руки в одном (двух) экз. Исполнитель имярек". В этих делах имеются протоколы советов и совещаний, в которых указывалось содержание докладов, а докладчиком по работам группы Тамма был, как правило, сам Игорь Евгеньевич. Принималось решение, что нужно делать дальше, и следующие заседания начинались с отчетов, в том числе Тамма, как это решение выполнялось. В делах того времени я находил исписанные острым почерком Игоря Евгеньевича листы с его докладами. Мне удалось привести один из таких листков, датированный 1950 г., в котором даже самые придирчивые цензоры не обнаружили по сегодняшним меркам ничего запретного (рис. 1). Надеюсь, придет время, когда тексты Тамма можно будет опубликовать полностью.

Может быть, некоторые молодые ученые скажут: а что, собственно, нового и принципиального содержится в трудах физиков "оружейного направления"? Ведь ими использовались давно известные физические законы и ничего, мол, фундаментального в этих работах нет. Я бы с этим не согласился. Одно лишь знание основополагаю-

щих законов физики не разрешает сложных проблем использования их для решения конкретной задачи, которую, к тому же, надо еще сформулировать. Для этого необходимо иметь широкий научный кругозор, глубокое знание и ядерной физики, и гидродинамики, и совсем новой науки, получившей название физики высокой плотности энергии. Но даже сформулировав основные дифференциальные уравнения процессов применительно к конкретной физической схеме конструкции, которую, кстати, надо выбрать по интуитивным соображениям, попробуйте рассчитать подобную систему уравнений! А ведь в те годы не было современной вычислительной техники... Кроме того, надо представлять возможное влияние неучтенных эффектов, которые всегда присутствуют, и ответственно предсказать результаты предстоящего полигонного эксперимента, который по своим параметрам во многие порядки раз отличается от воспроизводимого в лаборатории.

К проблеме были привлечены также выдающиеся ученые М.В. Келдыш, А.Н. Тихонов, Л.Д. Ландау (одно из писем Ландау к Тамму см. на рис. 2). Их сотрудники получили первые численные расчеты сложнейших процессов, используя лишь механические счетные машины типа "Мерседес" и "Рейн-Металл". Однако все исходные идеи формировались "мозговым" методом, для чего потребовалось научиться сводить уравнения в частных производных к приближенным обыкновенным. В этом

2050  
Св. Секретно (111)

Дорогой Игорь Евгеньевич,  
принимая Вашу очень поучительную записку к сожалеанию  
наблюдать отсутствие значений скоростей частиц всех групп. Просьба срочно  
переслать их нам.

Ваш

11/IV 52 Л. Ландау

Рис. 2. Из переписки Л.Д. Ландау и И.Е. Тамма по вопросам расчетов первой советской водородной бомбы: "2050 Сов. секретно. Дорогой Игорь Евгеньевич, в прилагаемой Вами очень поучительной записке, к сожалению, отсутствует значение скоростей частиц всех групп. Просьба срочно переслать их нам. Ваш Л. Ландау 11/IV 52". Обращает на себя внимание высокий гриф секретности письма, под которым проводилась переписка между учеными, занимающимися этими проблемами

виртуозами были Сахаров и Зельдович, а Игорь Евгеньевич, выслушивая их соображения, придирался к каждой мелочи; часто бывал прав, но в целом всегда высоко ценил такое искусство, приговаривая: "Хитро придумано".

В феврале 1950 г. состоялся очередной совет, на котором был заслушан доклад И.Е. Тамма с отчетом о выполненных в 1948–1949 гг. работах и планах на 1950 г. Их положительная оценка сформулирована в последующем Постановлении высоких инстанций от 28.02.1950 г. — перевести группу Тамма в КБ-II (так назывался институт, расположенный в Сарове, ныне именуемый РФЯЦ–ВНИИЭФ). В марте 1950 г. Тамм, Сахаров и я переехали в Саров. Напряженная деятельность группы Тамма продолжалась, возникло много новых проблем, связанных с экспериментальными и инженерными работами, ведшимися в КБ-II. Трудились, не считаясь со временем, — с утра до позднего вечера, занимались с увлечением, и не только из сознания гражданского долга, но и потому, что все было ново и интересно. Кстати, именно к 1950 г. относятся фундаментальные предложения Тамма и Сахарова по магнитной изоляции в термоядерном реакторе тороидальной формы. 1950 – 1953 гг. были годами завершения работ по созданию первой советской водородной бомбы и подготовки к ее испытанию. И здесь была неординарная роль начальника нашего подразделения — И.Е. Тамма, человека уравновешенного и доброжелательного, глубоко понимающего научные корни технического проекта. Разбирая архивы, я натолкнулся и на другую сферу деятельности Игоря Евгеньевича, связанную с экспертизой экспериментальных методов, подготовленных для предстоящего испытания, — это заключения, лично им составленные и написанные беглым почерком; в конце каждого заключения значится: "Исполнено от руки в 1 экз. Исполнитель И. Тамм".

В начале 1954 г., после завершения важнейшего этапа работ и успешного испытания водородной бомбы, Тамм получил разрешение высоких инстанций на возвращение в ФИАН. Тем не менее в 1955 г. И.В. Курчатов обратился к Игорю Евгеньевичу с просьбой быть председателем ответственной комиссии по оценке готовности к испытаниям принципиально новой разработки, в значительной степени определившей дальнейшее развитие ядерного вооружения. В состав комиссии вошли известные ученые (по алфавиту): В.Л. Гинзбург, Я.Б. Зельдович, М.В. Келдыш, М.А. Леонтович, А.Д. Сахаров, И.М. Халатников. Это назначение указывает на огромный научный авторитет Игоря Евгеньевича, подчеркивая его глубокое понимание фундаментальных проблем, его принципиальность в оценке научных перспектив.

Научный вклад Тамма в разработку оружия отмечен высокими правительственными наградами. В музее ядерного оружия ВНИИЭФ, открытом для свободного посещения, каждый увидит в ряду ученых — создателей оборонного щита нашей Родины портрет И.Е. Тамма.

\*\*\*

Игорь Евгеньевич... Мне очень повезло, что могу назвать своим учителем этого замечательного ученого, бесконечно преданного Большой Науке, внесшего неоценимый вклад в постижение ее тайн, человека добрейшей души и высокого гражданского долга, человека, смело

выступавшего против любых проявлений беспринципности, фальши и лженауки.

Первое мое знакомство с Таммом относится к студенческим годам, когда я, наслушавшись лекций и начитавшись учебников, захотел попробовать себя в конкретной работе. Дальше приведу слова Игоря Евгеньевича, которые характеризуют его педагогический почерк и которыми он не раз представлял меня — молодого парня своим коллегам: "Подходит ко мне вихрастый, неказисто одетый студент и просит дать ему какую-нибудь задачку. Я предложил ему рассчитать режим сварки высокочастотным полем. Он ушел и не появлялся. Ну, думаю, не справился. Однако спустя пару недель подходит ко мне с ворохом бумаг и, представьте себе, предложил свой метод решения и довел задачу до ответа!" Игорь Евгеньевич пригласил меня посещать его семинар в ФИАНе.

Помню небольшую комнату на первом этаже здания ФИАНа на Миусской площади. По вторникам там собирался весь цвет физиков-теоретиков Москвы, приезжали на семинар физики из других городов. Руководителем и заводилой семинара был Тамм. Хотя по регламенту каждый раз кто-либо из сотрудников докладывал литературу, т.е. обзор статей из последних выпусков журналов, а журналом журналов был *Physical Review*, самое интересное мы узнавали из уст Игоря Евгеньевича, который присущим ему образным слогом, понятным для каждого присутствующего, рассказывал о новейших достижениях науки. Когда сейчас берешь в руки *Phys. Rev.* второй половины 40-х годов, приходится удивляться тому, что каждая статья была очень понятна и определяла, как правило, целое направление в последующем развитии физики. Этого я не могу сказать о *Phys. Rev.* 90-х годов. Журнал стал во много раз толще, выходит в нескольких сериях и, признаюсь, там много непонятного.

Конец 40-х годов. Игоря Евгеньевича волновали проблемы применения для решения задач физики элементарных частиц созданного им метода расчета взаимодействия нуклонов, известного под названием метода Тамма–Данкова. По-видимому, имело место некоторое разочарование, поскольку результаты оказались не столь яркими и фундаментальными, как надеялся Игорь Евгеньевич. Помню, он рассказывал мне, что был очень доволен, когда ему удалось в период пессимизма решить до конца "земную" задачу о структуре ударной волны с учетом кинетических процессов. Именно в это время (середина 1948 г.) по постановлению Правительства Тамму было поручено возглавить группу теоретиков для проведения исследований по проблеме создания водородной бомбы.

Начался пятилетний период творческой деятельности Игоря Евгеньевича, связанный с необходимостью решения важнейших проблем ядерного вооружения. В группу Тамма были включены молодые доктора наук Гинзбург и Беленький, недавно защитивший кандидатскую диссертацию Сахаров и только что поступивший в аспирантуру ФИАНа автор этих строк. Должен отметить, что Игорь Евгеньевич активно взялся за дело; будучи патриотом, он прекрасно понимал государственное значение порученной работы. Принято считать, что творцом советской водородной бомбы был А.Д. Сахаров, что существенные идеи принадлежат В.Л. Гинзбургу. Иногда недооценивается личная роль И.Е. Тамма в формировании и реализации основных идей создания первой водородной

бомбы. В ее создании существен не только бесспорный авторитет Игоря Евгеньевича как физика, но прежде всего его исключительная интуиция при поддержке перспективных направлений, строгость в оценке полученных результатов, умение видеть и оберегать талантливых ученых и, наконец, искусство образно и популярно излагать сложнейшие идеи, что особенно важно для принятия правильных решений руководством.

Реализация сформулированных группой Тамма идей, естественно, была невозможна вблизи Садового кольца Москвы. Надо было перебазироваться в город, где во главе с Ю.Б. Харитоном были сосредоточены специалисты разного профиля для проведения всех экспериментальных, конструкторских, технологических и испытательных работ, необходимых для создания бомбы. Это многим известный сейчас Арзамас-16, а до прибытия сюда ядерщиков — поселок Саров, бывшая Саровская пустынь, знаменитая в России благодаря располагавшемуся в ней монастырю. Институт сейчас называется Российским Федеральным ядерным центром — Всероссийским научно-исследовательским институтом экспериментальной физики, а раньше, в конце 40-х — начале 50-х, он имел шифрованное название, которое в целях секретности часто менялось.

Итак, в марте 1950 г. мы (Тамм, Сахаров и Романов) прибыли в Арзамас-16. На первых порах нас поселили в городской гостинице: Игоря Евгеньевича в большом люксовском номере, Сахарова и меня — вместе в маленьком обычном. Несмотря на трудное послевоенное время, "объект" (так называли институт) старались обеспечивать всем необходимым: и промышленными заказами для проведения экспериментальных работ, и техническим оборудованием для новой технологии, а также вполне приемлемыми условиями быта, по меркам того времени, и продовольственным снабжением. Вместе с тем были очень жесткие ограничения на возможность выезда из города даже в отпуск к родным. (Конечно, это не касалось Игоря Евгеньевича или Сахарова.) Как об этом рассказано в заметке Л.П. Феокистова в книге воспоминаний о Я.Б. Зельдовиче, сам Лев Петрович несколько лет выезжал в отпуск из города, обещая всякий раз жениться; а другой наш приятель каждый раз ездил в деревню, где жили родные, продавать козу.

Игорь Евгеньевич по своему творческому складу был ученым, скорее склонным к исследованию фундаментальных физических проблем, чем к конструкторско-изобретательской деятельности и техническим проблемам разработки конструкции. Я помню, как он воодушевился, когда стали обсуждаться физические проблемы магнитной изоляции в термоядерном реакторе тороидальной формы. Вспоминаю стиль работы Игоря Евгеньевича. Это бесконечное количество исписанных листов бумаги с длинными формулами, это поиски альтернативных путей решения той же задачи с целью проверки правильности вычислений, это строго выведенная точная формула в ответе с четким физическим содержанием и, наконец, ясная перспектива дальнейшей работы. В годы завершения работ по созданию водородной бомбы была неопределима роль "папы Тамма" как человека уравновешенного и доброжелательного, глубоко понимающего научные корни технических проектов. Тогда личная ответственность за качество и сроки работ лежала на Игоре Евгеньевиче. Подчеркну и другую сторону его деятельности. Приезжая из столицы, он

сразу делился с коллективом всеми научными новостями, что было очень важно для сохранения научного кругозора сотрудников, волей режима оторванных от водоворота открытой науки.

Несколько слов о нашем быте. В начале 1951 г. нас из гостиницы переселили в коттедж — двухэтажный домик с двумя независимыми половинами. На одной половине, в двух комнатах наверху, жил Игорь Евгеньевич; внизу, в отдельных комнатах, устроились В.Б. Адамский и я. На другой половине поселился Н.Н. Боголюбов с двумя своими сотрудниками. У нас была нанята горничная тетя Соня, пожилая женщина, которая не только убирала, но и готовила нам завтраки, обеды и ужины. Все мы были либо холостые, либо без жен, а жена Игоря Евгеньевича Наталия Васильевна приезжала в город не часто — два-три раза в течение всего времени. Наш коттедж среди окружающих звался теороранжереей.

По сегодняшним меркам Игорь Евгеньевич был тогда не так уж стар (лет 55), и приятно вспоминать, как он с нами — молодежью ходил в длительные лыжные походы, отыскивал из числа сотрудников охотников-любителей, чтобы послушать с ними ток глухарей, с каким увлечением играл в теннис! Помню, как после мощного удара Игоря Евгеньевича теннисный мяч влетел в мой приоткрытый рот, застрял в зубах, и я его еле-еле выплюнул. С подлинным азартом Игорь Евгеньевич сражался в шахматы, в основном, со мной. Силы наши были примерно равны, и это обостряло соперничество, придавая особую радость победе.

В коттедже у нас уже в то время однажды объявили "приватизацию" — казенную мебель и прочее имущество нас обязали выкупить. Игорь Евгеньевич сумму денежного взноса, уплаченную за ковер, разделил на число дырок в нем, точно определив среднюю цену каждой дырки. Доставшийся мне ковер украшает пол моей комнаты, напоминая далекие дни, проведенные в коттедже рядом с Игорем Евгеньевичем.

Я не могу не вспомнить, что Игорь Евгеньевич был заядлым картежником. Не подумайте, что играли в какого-нибудь дурака или преферанс. Играли в старинную дореволюционную игру — винт, в которую играло все благородное общество. У нас имелась книжка 1912 г. издания, где были указаны правила игры. Нашим главным учителем был Игорь Евгеньевич, который имел опыт игры с известными гроссмейстерами винта К.А. Семендяевым и А.Н. Тихоновым. Эта увлекательная игра проходила вчетвером — двое против двоих, причем пары менялись. Партия содержала глубокомысленные моменты и чем-то напоминала шахматы. Денежная сторона была чисто символической, поскольку удовлетворение доставлял удачный розыгрыш карт или выигрыш у противников. Венцом являлось объявление и успешная реализация большого шлема. Образовалась компания любителей винта; кроме меня, это Ю.Н. Бабаев, А.А. Бунатян, В.Ю. Гаврилов, В.Н. Климов, Л.П. Феокистов. Знали бы, как азартен в этой игре был Игорь Евгеньевич! После его отъезда винтеры продолжали собираться, а затем многих не стало, и об игре в винт осталось только вспоминать...

Помнится мне и такой комический эпизод. Один из наших сотрудников, обозначим его К., проснувшись, бреясь и умываясь, смотрел на себя в два маленьких зеркальца и вдруг обнаружил, что его изображение оказалось в них разным. Это его удивило, и он обра-

тился к своим товарищам по общежитию за подтверждением — так ли это. Надо сказать, что К. был талантливейшим ученым, известным своими нетривиальными соображениями и предположениями, однако по-детски доверчивым и наивным, что породило этот шуточный эпизод. Товарищи К., конечно же, сговорились и сказали, что зеркальца одинаковы. Как поймет читатель, одно из них было вогнутым. Придя на работу, К. стал спрашивать у одного, у другого, но все отвечали, что зеркала одинаковы. К. не мог понять, что происходит. Тогда он вышел на улицу и обратился к проходившим мимо школьницам. Те отвечали ему: зеркальца разные. У К. возникла гипотеза: только люди с чистой душой могут различать зеркала. С этой идеей К. отправился к Игорю Евгеньевичу. Ответ Тамма был короток и ясен: "Вопросы науки не решаются голосованием".

В начале 1954 г. Игорь Евгеньевич получил разрешение на возвращение в ФИАН. Бывая в Москве, я всегда считал приятным долгом навестить своего учителя, не только в институте, но (и чаще) дома, где меня встречала гостеприимная Наталия Васильевна, угощая пригото-

ленными ею очень вкусными засахаренными апельсиновыми корочками. Игорь Евгеньевич неизменно интересовался новостями на "объекте", увлеченно рассказывал о научных событиях и, конечно, завершалось все это партией в шахматы. По ходатайству Тамма в 1967 г. я был принят на работу в ФИАН, однако получилось так, что переход этот был неполным (полставки) и недолгим (до 1969 г.)... Так распорядилось мое министерское руководство.

Я посещал Игоря Евгеньевича в годы его тяжелой болезни и был свидетелем, с каким поистине молодым энтузиазмом он продолжал расчеты одной из моделей дискретного пространства — времени, способной победить расходимость квантовой теории. У Игоря Евгеньевича всегда, и особенно в это тяжелое для него время, существовало заветное желание: дожить, успеть увидеть контуры новой теории элементарных частиц и при этом быть в состоянии понять ее основные идеи. Таким страстным тружеником науки оставался Игорь Евгеньевич до конца своих дней.