

УДК 001  
ББК 72.4(2)  
В11

Издается с 2006 года

*Отпечатано по решению Комиссии РАН по борьбе с лженаукой  
и фальсификацией научных исследований в редакции,  
утвержденной к печати редколлегией бюллетеня  
«В защиту науки»*

Редакционная коллегия:

отв. редактор акад. Э.П. Кругляков,  
зам. отв. редактора доктор физ.-мат. наук проф. Ю.Н. Ефремов,  
акад. Е.Б. Александров, доктор биол. наук проф. П.М. Бородин,  
доктор физ.-мат. наук проф. С.П. Капица,  
доктор философ. наук проф. В.А. Кувакин, акад. А.Г. Литвак,  
доктор физ.-мат. наук Р.Ф. Полищук, чл.-кор. Л.И. Пономарев,  
акад. М.В. Садовский, кандидат физ.-мат наук В.Г. Сурдин,  
акад. А.М. Черепашук

**В защиту науки** / [отв. ред. Э.П. Кругляков]; Комиссия РАН  
по борьбе с лженаукой и фальсификацией научных исследований. –  
М. : Наука, 2006– .

**Бюллетень № 11.** – 2012. – 124 с. – ISBN 978-5-02-038066-0.

Бюллетень – продолжающееся издание Комиссии по борьбе с лженаукой и фальсификацией научных исследований при Президиуме РАН. Наши авторы борются против лженаучных фантазий и всевозможных попыток подорвать авторитет науки. Публикующиеся в Бюллетене статьи направлены на разоблачение псевдонауки, пропагандируемой безответственными средствами массовой информации ради привлечения зрителей, читателей и покупателей. Пропаганда бесполезных – а зачастую и вредных – медицинских средств и бытовых устройств особо опасна. Публикуются также материалы о проблемах науки, имеющих важное мировоззренческое значение. В этом номере особый интерес представляет подробный рассказ о долгожданном открытии бозона Хиггса. Большинство статей доступно широким кругам читателей и представляет особый интерес для журналистов, пишущих о науке.

ISBN 978-5-02-038066-0

- © Российская академия наук и издательство «Наука», продолжающееся издание «В защиту науки» (разработка, оформление), 2006 (год основания), 2012
- © Комиссия РАН по борьбе с лженаукой и фальсификацией научных исследований, 2012
- © Кругляков Э.П., Ефремов Ю.Н., составление, 2012
- © Редакционно-издательское оформление. Издательство «Наука», 2012

## Эдуард Павлович Кругляков

1934–2012



Это последний бюллетень «В защиту науки», который выходит под редакцией председателя Комиссии РАН по борьбе с лженаукой и фальсификацией научных исследований Эдуарда Павловича Круглякова. Эдуард Павлович скончался 6 ноября после более чем годичной мужественной борьбы с послеоперационными последствиями онкологического заболевания. За две недели до кончины он звонил членам редакционной коллегии бюллетеня, добиваясь ясности перспектив его выхода.

Основателем и душой Комиссии был В.Л. Гинзбург, а Эдуард Павлович, ее первый председатель, был мо-

тором Комиссии, ее неумолимым воином, ее рыцарем «без страха и упрека». А уж сколько упреков на него сыпалось и чем только его не пугали! Он дал своей команде пример стойкости в борьбе за чистоту науки, которая нынче слилась с борьбой против захлестнувшей Россию коррупции.

*Е.Б. Александров, академик РАН*

\* \* \*

Ушел из жизни академик Эдуард Павлович Кругляков. Непросто даже вспоминать, сколько лет мы были с ним знакомы и дружны – с лета 1960 г., когда я начал работать у Будкера в Институте ядерной физики Сибирского отделения Академии наук. Тогда этот институт только формировался, и половина его находилась еще в Москве, на территории известного «курчатника». В том же году появились первые слухи о летающих тарелках, и молодой Эдик Кругляков ими очень заинтересовался. Ему понадобилось весьма короткое время для того, чтобы проанализировать все известные факты и прийти к твердому убеждению: все эти разговоры – полная чепуха. С тех пор он стал непримиримым врагом лженауки, каким и оставался до конца своих дней.

В 1961 г. мы вместе переехали в Новосибирск, а потом долго, больше десяти лет, часто вместе ходили пешком на работу – и летом, и в сибирскую зиму. За эти годы Эдуард Павлович превратился в блестящего физика-экспериментатора, одного из лучших специалистов по физике плазмы, стал заместителем директора института. Не без гордости скажу, что нам пришлось работать над одной проблемой – лэнгмюровской турбулентностью плазмы. Я разработал ее теорию, в которую никто не верил, а Эдик поверил и осуществил очень остроумное экспериментальное подтверждение этой теории.

Эта работа Эдуарда Павловича, конечно, не главная среди его научных достижений. Одной из главных является разработанная им методика получения высокотемпературной плазмы в открытых ловушках с гофрированным магнитным полем, которая долгое время

была «золушкой» в проблеме термоядерного синтеза, а сегодня обрела новую жизнь и новые перспективы. Очень возможно, что человечество решит важнейшую для себя энергетическую проблему именно на этом пути.

Комиссия по лженауке при РАН была создана по инициативе В.Л. Гинзбурга, который просто не мог спокойно переносить тот шквал псевдонаучной чепухи, который стал обрушиваться на головы российских обывателей после снятия жесткой цензуры СМИ. Э.П. Кругляков стал ее председателем. Он вкладывал в работу Комиссии всю душу, не жалел времени на тщательный разбор самых нелепых предложений, на составление продуманных и обоснованных ответов. Эта работа требовала немалого гражданского мужества. Достаточно часто псевдоизобретатели и создатели теорий обзаводились высокими покровителями, которые оказывали на председателя Комиссии немалое давление, жаловались на него руководству Академии, всячески препятствовали выходу в свет бюллетеней «В поддержку науки», в которых отражалась деятельность Комиссии.

Особого упоминания заслуживает нелегкая борьба с известным шарлатаном Петриком, продолжавшаяся более трех лет. Здесь было все – пресс-конференции с журналистами, публичные диспуты по телевидению, суды. Петрик и его клеветы публиковали в прессе и вывешивали в Интернете десятки статей, в которых всячески клеймили Комиссию по лженауке и подвергали ее членов, в первую очередь Э.П. Круглякова, невысказанным оскорблениям. На него были вылиты ушаты клеветы. Был момент, когда спикер Думы Грызлов, а за ним и его подголоски, в том числе депутаты, требовали от руководства РАН закрыть Комиссию.

Эдуард Павлович встречал всю диффамацию с поистине олимпийским спокойствием. Все суды с Петриком он выиграл и стал, по сути дела, очень известной в стране фигурой, можно сказать, национального масштаба. К чести руководства РАН, после недолгого периода растерянности, оно твердо встало на путь защиты Комиссии по борьбе с лженаукой и ее председателя.

Он умер после тяжелой, хотя и не очень долгой болезни, рак легкого сжег его за год. Со своим недугом Эдуард Павлович боролся с редким мужеством и хладнокровием. Последний раз мы разговаривали по телефону в сентябре. Разговор был долгий, но о болезни – почти ничего, краткая сухая справка с поля битвы. Остальной разговор – о насущных делах Комиссии по лженауке.

Мы все глубоко скорбим по поводу потери друга – выдающегося ученого, ясного, смелого и энергичного человека, подлинного рыцаря настоящей науки, твердо верившего в свои принципы и не щадящего сил на их отстаивание.

*В.Е. Захаров, академик РАН*

# Выступление В.В. Путина на Общем собрании Российской академии наук<sup>1</sup> 22 мая 2012 г.

Владимир Путин принял участие в ежегодном Общем собрании Российской академии наук, на котором подведены итоги деятельности Академии в 2011 г. Глава государства изложил свое видение перспектив развития отечественной науки с учетом задач, стоящих перед обществом и государством. Президент также затронул вопросы финансирования научной деятельности, укрепления материально-технической базы академии и социального положения ученых.

Уважаемый Юрий Сергеевич [Осипов], уважаемые коллеги, друзья!

Прежде всего спасибо большое за приглашение, за возможность выступить. Я бывал у вас неоднократно, и всегда это были очень интересные, содержательные беседы. С Юрием Сергеевичем мы встречаемся регулярно, совсем недавно виделись, обсуждали проблемы Академии, другие вопросы, говорили по глобальным проблемам.

Мы с вами хорошо знаем, что предстоящие десятилетия будут во многом решающими и для нас, и для очень многих стран мира – для мира, который не просто входит, а уже практически вошел в достаточно сложный период глобальной турбулентности. Формируются новые геополитические центры, меняются общественные, демографические тенденции, технологический уклад, жизнь меняется серьезным образом. Все эти процессы требуют самого глубокого осмысления – для того, чтобы выработать и принять адекватные шаги и решения.

В этой связи вновь подчеркну: нам нужна серьезная интеллектуальная работа над проектами развития, над проектами будущего. Необходима система долгосрочного экономического, научного, технологического, оборонного прогнозирования. Мы также должны чувствовать и анализировать проблемы современного российского общества.

---

<sup>1</sup> <http://www.kremlin.ru/transcripts/15401>

Очевидна колоссальная роль отечественной науки, прежде всего самой Академии наук. Считаю создание прочного фундамента и в естественных, и в гуманитарных дисциплинах обязательным, непреложным условием нашего модернизационного прорыва, залогом глобального лидерства России.

Да, проблем, конечно, здесь еще достаточно, они остаются. Но, думаю, многие в этом зале со мной согласятся, что так называемый период выживания для отечественной науки в целом завершился. Сама страна существенным образом изменилась, кратно возросли наши ресурсы. И сегодня мы должны говорить не просто о поддержке науки или даже о возвращении долгов, а о приоритетном партнерстве государства и науки, академий наук, всего научного и образовательного сообщества в интересах опережающего национального развития. Это один из безусловных наших приоритетов.

Задача государства и Российской академии наук – настойчиво искать прорывные разработки, стимулировать здоровую конкуренцию в сфере научных исследований, в том числе за счет привлечения нестандартных идей, которые есть в коллективах молодых энтузиастов, в динамично развивающемся секторе высокотехнологичного, инновационного бизнеса.

Хочу напомнить, с чего мы начинали: в 2002 г. расходы федерального бюджета на гражданскую науку составляли около 30 миллиардов рублей. Напомню, что в прошлом году финансирование составило 323 миллиарда рублей (в десять раз больше – даже с учетом инфляционных процессов), это существенный рост.

Мы ставим задачу уже к 2015 г. довести планку расходов на научные исследования и разработки, в том числе за счет привлеченных частных инвестиций, до уровня порядка 1,8 процента ВВП. Это пока меньше, чем в некоторых ведущих странах (в США, допустим, это 2,5 процента). Но мы будем идти к этой планке, к этому уровню, будем идти настойчиво, постепенно, соизмеряя эти шаги с нашими возможностями, но обязательно будем двигаться в этом направлении.

Также намерены самым активным образом привлекать научные организации, университеты к реализации программ инновационного развития компаний с государственным участием (там огромные ресурсы сосредоточены), планов по модернизации оборонно-промышленного комплекса.

Многие из присутствующих в этом зале знают, как складывались некоторые научные центры Академии наук: это был, по

сути дела, прямой заказ оборонных отраслей. Я не говорю, что нужно обязательно к этому вернуться, да это и невозможно, и ни к чему, но использовать выделяемые ресурсы на решение задач по повышению обороноспособности страны, развивая одновременно науку, формулируя ей соответствующие заказы, – конечно, мы это будем делать.

Напомню, что гособоронзаказ у нас до 2020 г. – 20 триллионов [рублей] и на переоборудование, по сути, промышленной базы – еще три триллиона. Прямое финансирование самой Академии наук за прошедшее десятилетие также возросло в пять раз, что позволило расширить программу исследований, привлечь молодые кадры, приступить к решению острых социальных проблем.

В 2002 г. на Академию наук мы выделили 12,6 миллиарда [рублей], а в 2012 г. выделяется уже 64 миллиарда. Средняя заработная плата в системе Академии наук в прошлом году составила около 34 тысяч рублей. Это, конечно, мало; конечно, это еще не отвечает квалификации, ответственности и профессиональным требованиям, которые сегодня предъявляются к специалистам, занятым в научной сфере, но все-таки это выше, чем средняя [зарплата] по экономике.

А что было раньше? В 2002 г. у нас средняя [зарплата] по экономике была всего 4,1 тысячи, а в Академии – 4,3 тысячи, вот и вся заработная плата. К 2018 г. средняя заработная плата научных работников должна не менее чем в два раза превышать среднюю по экономике конкретного региона. Такая задача поставлена и, безусловно, будет решаться.

Кроме того, мы должны стремиться к тому, чтобы уровень доходов ведущих ученых (не уровень заработной платы, а уровень совокупных доходов), безусловно, был конкурентоспособным на глобальном уровне, был сопоставим с теми условиями, которые предлагаются в лучших университетах и исследовательских центрах мира.

Отдельно остановлюсь на решении жилищной проблемы сотрудников Российской академии наук, прежде всего молодых ученых. Могу сказать, что на период до 2015 года в рамках Федеральной целевой программы «Жилище» на эти цели академии выделено 6 миллиардов рублей.

Только этих ресурсов недостаточно, поэтому мы намерены активно поддерживать совместный проект РАН и Фонда РЖС [Федеральный фонд содействия развитию жилищного строитель-

ства] по строительству жилья для сотрудников Академии на участках, находящихся в федеральной собственности. Уже одно это позволит снизить стоимость квадратного метра процентов на 20 как минимум. Знаю, что в Сибирском отделении РАН уже стартовала такая пилотная программа. В результате около 400 семей молодых ученых получают собственное жилье.

Как минимум до 2015 г. мы продлим программу по привлечению лучших специалистов в наши университеты вне зависимости от их гражданства или места работы. Более того, распространим ее на академические институты, государственные научные центры.

Кроме того, будем продвигать идею жилищных кооперативов, в том числе для молодых ученых, а также специальных льготных ипотечных программ. И конечно же, регионы здесь также должны подключиться, например, с помощью при внесении первоначального взноса.

В ходе нашей недавней встречи с Юрием Сергеевичем, о которой я уже упоминал, мы обсуждали вопросы обновления материально-технической базы Академии, создания центров коллективного пользования. Мы об этом говорим уже не первый раз: проблема крайне важная – и с точки зрения научного результата, и для профессиональной, творческой самореализации специалистов, ученых именно у нас, в России. Мы договорились в ближайшее время вновь вернуться к этой теме и посмотреть, какие есть возможности у бюджета для дополнительной поддержки этих программ.

Здесь в целом хотел бы затронуть принципы финансирования исследований и организации работы научных коллективов. Конечно, мы должны использовать лучшие, наиболее эффективные практики, которые себя хорошо зарекомендовали.

Считаю, что независимая оценка деятельности научных организаций должна стать нормой в академической жизни. Эти подходы уже внедряются в Академии. Однако до настоящего времени через механизм оценки прошли только 73 из более чем 430 учреждений Российской академии наук. Конечно, нужно ускорить эту работу. ***Нужно убрать все то, что дискредитирует научное сообщество, снижает его авторитет. Тем более следует быть нетерпимым к тем, кто паразитирует на науке. И здесь хочу отметить принципиальную позицию членов Комиссии РАН по борьбе с лженаукой и фальсификацией научных исследований (выделено нами. – Редколлегия).***

Укрепление стандартов научной, профессиональной этики, широкое информирование российского общества о реальных проблемах и достижениях отечественной науки, отстаивание ее международного престижа, конечно, тоже в числе приоритетных задач РАН.

Вы знаете, что сейчас идет подготовка единой долгосрочной программы фундаментальных исследований. В ее основу должны быть положены четкие, понятные критерии. Она призвана интегрировать работу, проводимую в государственных академиях наук, высших учебных заведениях, государственных научных центрах. И должна быть нацелена на исследования, которые позволят России выйти на уровень стран, самых передовых в научном и технологическом плане.

Обращаю внимание: такая программа не просто должна быть рассмотрена и утверждена в Правительстве – нужно создать механизм ее публичного, открытого аудита, т.е. исполнители программы должны регулярно отчитываться не только перед чиновниками за полученные деньги, а перед научным сообществом, перед российскими гражданами. При этом к экспертизе следует, конечно, привлекать и авторитетных международных специалистов.

Единая интегрированная программа фундаментальных исследований позволит более эффективно использовать государственные средства, выделяемые на исследования и разработки, избежать дублирования тематик, устранить ведомственные барьеры и различные нестыковки. В результате мы сможем сформировать научные коллективы, состоящие из ученых, работающих в различных областях науки. А мы знаем сегодня, что как раз на стыке и происходят наиболее интересные открытия.

Считаю, что задача государства и Российской академии наук – настойчиво искать прорывные разработки, стимулировать здоровую конкуренцию в сфере научных исследований, в том числе за счет привлечения нестандартных идей, которые есть в коллективах молодых энтузиастов, в динамично развивающемся секторе высокотехнологичного, инновационного бизнеса.

Сегодня мы должны говорить о приоритетном партнерстве государства и науки, академий наук, всего научного и образовательного сообщества в интересах опережающего национального развития. Это один из безусловных наших приоритетов.

Многие известные ученые обращаются в Администрацию Президента, в Правительство с предложением усилить конкурс-

ное начало при распределении средств, выделяемых на научную деятельность, более широко использовать механизмы состязательности, финансировать прежде всего перспективные научные коллективы и разработки. Безусловно, я с таким подходом согласен. Конкурс – это действительно наиболее эффективный способ распределения финансовых средств. В то же время здесь есть определенные ограничения: Бюджетный кодекс, различные законодательные акты, регламентирующие расходование бюджетных средств. Я прошу Минобрнауки (нового Министра), Минфин, другие заинтересованные ведомства совместно с Академией наук сформулировать свои предложения, провести инвентаризацию законодательства и убрать барьеры для внедрения современных подходов в сфере финансирования научной деятельности. Например, мы видим, как хорошо зарекомендовала себя грантовая модель. Поэтому намерены существенно – хочу это подчеркнуть, существенно – увеличить ресурсное наполнение государственных научных фондов, которые поддерживают перспективные научные исследования. Так, к 2018 г. планируется выделять до 25 миллиардов рублей Российскому фонду фундаментальных исследований и Российскому гуманитарному научному фонду. Причем размеры грантов будут сопоставимы с теми, которые предоставляют ученым ведущие иностранные фонды и университеты.

Естественно, отбор проектов для грантовой поддержки также должен проходить максимально открыто. И добавлю, что по более жестким правилам, с участием, так же как и в предыдущем случае, ведущих ученых и, конечно, ваших международных коллег. Средства, полученные от фондов, должны идти на финансирование наиболее значимых научных исследований, напрямую влияющих на развитие фундаментальной науки.

Также как минимум до 2015 г. мы продлим программу по привлечению лучших специалистов в наши университеты вне зависимости от их гражданства или места работы. Более того, распространим ее на академические институты, государственные научные центры. Это позволит им укрепить свой кадровый потенциал, запустить новые исследовательские проекты по приоритетным направлениям.

Отмечу, что эта программа уже эффективно работает. Я бывал в некоторых из таких лабораторий, смотрел, как трудятся ваши коллеги. Что считаю важным подчеркнуть: основные по-

лучатели грантов (это примерно 70 процентов) – именно наши соотечественники, либо работающие здесь, либо переехавшие на другое место работы в другие страны, но возвращающиеся и работающие у нас не менее трех-шести месяцев в году. А многие сидят здесь уже безвылазно, передают свои знания и студентам, и университетам. И, что очень важно, занимаются выведением на рынок результатов своих исследований, причем как на наш рынок, так и на зарубежный. По сути, мы не на словах, а на деле, не в формате просто призывов, каких-то ограничений, запретов – путем, скажем так, экономического стимулирования, заинтересованности собираем наш национальный интеллектуальный потенциал.

Мы также рассчитываем, что к 2020 г. не менее пяти российских университетов должны войти в первую сотню ведущих мировых университетов. Правда, здесь тоже надо понять, что такое ведущие университеты. Все эти рейтинги – это вещь в себе, надо еще с этим разобраться, но думаю, что специалистам, которые находятся в этом зале, нетрудно будет сделать вывод, на каком уровне находится тот или иной университет России. Убежден, решение такой задачи возможно лишь при самом тесном взаимодействии высшей школы и академических институтов, Российской академии наук.

Нам следует в полной мере задействовать мощный образовательный, наставнический потенциал российских ученых, увеличить количество базовых кафедр, развивать систему научно-образовательных центров, работающих в институтах Академии наук. И я очень прошу обратить внимание на это направление, считаю его важным. Тем более что уже есть успешный опыт партнерства науки и образования. В качестве примеров приведу Московский государственный университет, Академический университет в Санкт-Петербурге, Математический институт им. В.А. Стеклова. Кстати говоря, сегодня на нашем мероприятии присутствуют члены команды Санкт-Петербургского национального исследовательского университета информационных технологий, механики и оптики, которые победили на студенческом чемпионате мира по программированию. Так что мы побеждаем не только в хоккее, но и в таких дисциплинах. Я их сердечно поздравляю с этим достижением.

Блестящий успех нашей студенческой команды – это яркий пример эффективной интеграции науки и образования, качест-

венной подготовки творческой, мыслящей молодежи, которая обязательно должна быть востребована во всех сферах жизни страны и, конечно, в российской науке, в том числе и фундаментальной.

Уважаемые коллеги! В заключение хотел бы еще раз поблагодарить весь коллектив Академии наук за тот огромный вклад, который вы вносите в развитие страны, за продолжение исторических традиций искреннего служения Отечеству и своему народу, о которых говорил Петр Великий, создавая Академию наук.

Спасибо вам большое за внимание.

# Испытание Петриком

*В.Е. Захаров*

Принято говорить, что в России все плохо, однако в нашей стране идут и позитивные процессы. Вот один, и немаловажный – Россия успешно выдерживает испытание Петриком.

Петрик проиграл два суда, в Петербурге и в Москве, апелляции по обоим отклонены. Он проиграл и третий суд, в Москве, возбужденный разгневанными потребителями его скверных фильтров, которые в Новгороде поставили в детских учреждениях в обязательном порядке – как пилотный проект партии «Единая Россия». Но это только внешняя сторона дела. Не менее важно то, что к Петрику совершенно изменилось отношение общества, в том числе и массовых СМИ, которые раньше считали вполне возможным относиться к нему серьезно. Петрика перестали приглашать на телевидение. Не может быть и речи о том, чтобы его снова позвали на «Эхо Москвы». Даже новостной ресурс «Ньюслэнд», который систематически публикует вполне нелепые тексты, перестал вывешивать у себя его напыщенные, ложно-глубокомысленные опусы, полные бесконечного самовосхваления.

Конечно, решающая отмашка была дана сверху, когда 22 мая 2012 г. на общем собрании Российской академии наук президент В.В. Путин призвал быть нетерпимыми к паразитирующим на науке и специально отметил принципиальную позицию членов Комиссии РАН по борьбе с лженаукой. Несомненно, что внимание первого лица государства привлекло так называемое «дело Петрика».

Эпоха Петрика прошла, монумент упал с пьедестала. Впрочем, Петрик внес некоторый вклад в российскую цивилизацию, обогатив русский язык. Слово «петрик» стало именем нарицательным, легко употребляющимся во множественном числе: «эти петрики!»

А ведь каких высот человек достигал! Три года назад он казался непобедимым, дружил с третьим лицом в государстве и недвусмысленно намекал на благосклонность первого лица. Готовился поставить на колени Академию наук – на заседании попечительского совета выставки «Инновации и технологии» под

председательством Б.В. Грызлова в апреле 2009 г. было принято решение обязать ряд академических институтов дорабатывать его гениальные изобретения. И главное – программа «Чистая вода» предполагала, что по всей стране, во всех учреждениях и квартирах будут поставлены его замечательные фильтры. Если оценить их число в тридцать миллионов, а прибыль от каждого фильтра в пять тысяч рублей, вот вам уже сто пятьдесят миллиардов. А ведь потом каждые три месяца надо будет менять картриджи. Попросту говоря, Петрик и его компания хотели обложить все население страны новым, весьма чувствительным налогом. К тому же эти фильтры вовсе небезопасны для здоровья, степень их зловредности сейчас оценивают специалисты.

К слову сказать, этим специалистам давно ясно, что проблему снабжения населения чистой водой надо решать не фильтрами. Трубопроводные сети в стране изношены более чем на 90% – их состояние катастрофически ухудшилось за последние двадцать лет из-за безграмотности в эксплуатации, когда в целях экономии средств отказались от антикоррозийной обработки очищенной воды. Отсутствуют сооружения очистки сточных вод, а те, которые еще работают, работают по технологии 1912 г.! Сточные воды настолько загрязнили поверхностные источники, что имеющимся в распоряжении устаревшим оборудованием стало невозможно очищать воду для питьевых целей. Специалисты давно бьют тревогу! Но при активном лоббировании всем известного политика был услышан только голос проходимца Петрика. Ведущие специалисты по водоочистке к обсуждению программы «Чистая вода» допущены не были.

А как при этом Петрику кадили! Вполне уважаемые люди называли его российским Леонардо да Винчи, говорили, что он заслуживает двух Нобелевских премий и ему при жизни надо поставить памятник. А сам Петрик, как тот Тараканище, поглаживая золоченное брюхо и, пыжась от гордости, доказывал, что он изобрел и графены (за которые недавно дали Нобелевскую премию Гейму и Новоселову), и безотказное средство от рака, и может извлекать энергию из тепла окружающей среды (в нарушение Второго начала термодинамики!). Да мало ли еще какие нелепости Петрик говорил! Одно время казалось, что принцип, некогда сформулированный Авраамом Линкольном – «можно долго обманывать немногих, можно недолго обманывать многих, но нельзя долго обманывать всех» – в России не работает. Слава Богу, это оказалось не так.

Все же из казуса Петрика страна должна извлечь важный урок – перестать верить в дешевые чудеса и доверчиво относиться к краснобаям, тем более с темным уголовным прошлым! Нужно вернуть уважение к науке и вообще уважение к профессионалам – ученым, врачам, инженерам, квалифицированным техникам. За последние двадцать лет это уважение было утрачено, возникла легкомысленная вера в то, что профессионалов могут заменить некие умелые менеджеры. Между тем профессионалов не может заменить никто. Настоящий профессионализм достигается долгим кропотливым трудом в среде профессиональных сообществ.

Здесь нужно сказать о лженауке. Она есть извечная социальная болезнь общества, столь же неустранимая как преступность или коррупция. Ее нельзя полностью устранить, так же как нельзя запретить людям сходить с ума. С социальными болезнями следует неустанно бороться, удерживать на неопасном для общества уровне. Большинство лжеученых – «фрики», люди, искренне верящие в ту чепуху, которую они человечеству предлагают, не столько мошенники, сколько невежественные безумцы. Беда в том, что они часто обладают большой силой убедительности.

Представьте себе крупный государственный космический центр, одного из сотрудников которого осенила идея: если добавить к уравнению Ньютона некий член, можно преодолеть закон сохранения импульса. Ура, можно создать гравитационный движитель! Его романтическая бредовая идея воспламеняет важного космического генерала, и результат – на спутнике летает бессмысленная «гравицапа». В конце концов, «гравицапа» недорого обошлась государству. Но когда узнаешь, что этот генерал является заместителем директора Космического научно-производственного центра имени Хруничева, становится страшно. Хочу напомнить, что именно этот центр несет ответственность за серию неудач в российской ракетно-космической отрасли, в том числе за провальный запуск двух спутников связи 7 августа этого года. Может быть, в этом центре слишком много лжеученых, «улучшающих» механику Ньютона дополнительными членами, и мало профессиональных инженеров, ответственных за разгонные блоки ракет?

«Фриков» как социальную болезнь следует держать под контролем. В России функцию сдерживания лжеученых успешно выполняет Комиссия РАН по борьбе с лженаукой. Но сколько клеветы, сколько обвинений и оскорблений было вылито на эту комиссию сторонниками Петрика, как заплаченными, так и добровольными. Хорошо, что у членов Комиссии крепкие нервы.

Но Петрик отнюдь не «фрик», он мошенник и шарлатан в чистом виде. Он натащил в свое поместье во Всеволожске массу научной и научно-производственной аппаратуры, скупленной за бесценок в начале 90-х годов у разоряющихся отраслевых и академических институтов, и создал подобие научной лаборатории. И он человек масштабный, он ездит на «Майбахе» и мыслит большими суммами, что некоторым импонирует. Когда он предъявил нам пятерым судебный иск по обвинению в подрыве его научной репутации, он хотел получить с каждого по одному миллиарду шестьсот миллионов рублей.

Впрочем, достаточно о Петрике, с ним все уже ясно. В данном случае общество разум сохранило. Но важно не терять его впредь. Еще будут и «фрики», и хладнокровные мошенники от науки, прежде всего от медицины. Эти особенно опасны, ибо их деятельность прямо угрожает здоровью людей.

Из дела Петрика можно извлечь еще один урок. У Петрика почти нет научных статей (к двум-трем публикациям он все же примазался как соавтор), но у него множество патентов, которыми он везде размахивает. Это производит большое впечатление на людей, по незнанию полагающих, что патентные ведомства проверяют досконально осмысленность всех патентов. Это не так. Роспатент – учреждение регламентированное, призвано регистрировать приоритет на изобретение, открытие и так далее. Если идея здравая, то патент защитит коммерческие интересы его обладателя. Но патент вовсе не гарантирует, что заявленное в нем техническое усовершенствование работоспособно, а открытие не нарушает законов физики.

Особенно вопиющие против разума и науки патенты выдаются на применение «новых лекарств» или новых методов «лечения». Приведу для примера образцы некоторых патентов, выданных Роспатентом, или, как его сейчас называют, Федеральной службой по интеллектуальной собственности (выдержки из статьи Ю.Н. Ефремова и Р.Ф. Полищука «Государство и лженаука» (Бюллетень №1, 2006 г., с. 105–109)).

Патент 2083239 «Симптоматическое лечение заболеваний с помощью осиновой палочки в момент новолуния для восстановления целостности энергетической оболочки организма человека». (А почему не осинового кола?)

Патент 2204424 «Гармонизация и улучшение состояния биологического объекта и окружающего пространства». Предлагается использование рунических букв, которым приписывается мистическое значение. (Почему рунических, а не иероглифов майя?)

Патент 2154984 «Способ подбора лекарственного препарата и его дозы». Используются православные иконы, на которые накладываются фотографии человека или животного с трехкратной молитвой...

Патент 2179466 «Средства гармонизации организма человека». Используется изображение Будды с размещением на нем минералов в области различных чакр...

Патент 2140796 «Устройство для энергетических воздействий с помощью фигур на плоскости, генерирующих торсионные поля». Воистину всепроникающее излучение.

Патент 2139107 «Преобразование геопатогенных зон в благоприятные на огромных территориях путем использования минералов положительного поля».

Патент 2117497 «Защита от электромагнитных излучений генерацией защитного поля с помощью предмета, на который переносят ослабленную характеристику излучателя».

Такого рода патентов выдано около четырехсот! Каждому, желающему использовать какой-либо патент, следует самому проверить его адекватность или получить экспертную оценку специалистов!

Это обстоятельство чрезвычайно важно уяснить государственным лицам, принимающим решения. Частные лица пусть тратят свои деньги как хотят, но когда речь идет о выделении бюджетных средств Российской Федерации на научные проекты и исследования, на внедрение изобретений, совершенно необходима строгая научная экспертиза с привлечением ведущих российских и иностранных ученых.

Нелегкая борьба с Петриком была начата Комиссией по борьбе с лженаукой при Российской академии наук, но долгое время ее исход был отнюдь не ясен. Неизвестно, чем бы все кончилось, если бы не активная поддержка Клуба научных журналистов, специалистов и профессионалов, публиковавших статьи в журнале «Водоснабжение и канализация», авторов разоблачительных статей в Интернете и средствах массовой информации, членов Общества защиты прав потребителей. Немалую роль сыграла специальная комиссия РАН по проведению экспертизы работ Петрика. Следовало бы выразить глубокую благодарность всем поименно, но, пожалуй, не следует создавать «расстрельный список» в случае какого-нибудь неожиданного зигзага нашей российской истории. Когда вспоминаешь, сколько времени, сил и здоровья пришлось отдать всем «подсудным» в деле Петрика, хочется быть осторожным.

## В поисках вечного двигателя

*Л.Н. Богданова, С.С. Герштейн, Л.И. Пономарев*

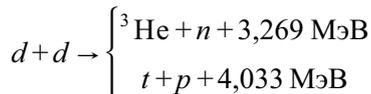
Со времен приручения огня человек находится в состоянии непрерывного поиска новых источников энергии. Ежедневно он потребляет с пищей  $\sim 2500$  килокалорий  $\approx 10^7$  Дж энергии, т.е. средняя мощность жизнедеятельности человека составляет  $\sim 120$  Вт. Но энергия потребляется не только с пищей, и на протяжении тысячелетий человек многократно увеличил ее производство и потребление: энергия домашних животных, рабов, ветра, воды, угля, нефти, газа позволила повысить среднее ее потребление до  $\sim 2$  кВт/чел. Во все времена затраты труда на добычу энергии составляли  $\sim 20\%$  от всех энергозатрат человека, поэтому попытки создать вечный двигатель, который бы производил энергию без затрат, начались с незапамятных времен. Казалось бы, закон сохранения энергии, который был установлен окончательно в 1847 г., положил конец этим попыткам, однако они продолжают и до сих пор, хотя Французская академия наук прекратила рассмотрение заявок на эти изобретения более двухсот лет назад, еще в 1775 г. – за 70 лет до установления закона сохранения энергии.

Открытие ядерной энергии оживило эти попытки на новой основе. В начале XX столетия теоретически и экспериментально была доказана эквивалентность массы и энергии:

$$E_0 = mc^2,$$

где  $E_0$  – энергия покоя тела с массой  $m$ , а  $c$  – скорость света, т.е. закон сохранения энергии был обобщен до закона сохранения материи. Потенциальная энергия  $E_0$  массы  $m$  вещества материи огромна: она примерно в 3 миллиарда раз превышает химическую энергию сгорания той же массы  $m$ , т.е. потенциальная энергия 1 г угля эквивалентна энергии горения 3 тыс. т того же угля. До сих пор известно только два способа частичного освобождения этой энергии: деление ядер урана (U) и тория (Th) ( $\sim 0,1\%$ ) и синтез ядер тяжелых изотопов водорода – дейтерия ( $d$ ) и трития ( $t$ ) ( $\sim 2\%$ ).

При слиянии двух ядер дейтерия образуется ядро изотопа гелия и протон, либо же ядро трития и нейтрон (примерно с равной вероятностью) и выделяется огромная энергия:



Легко сосчитать, что при полном синтезе 1 г дейтерия выделится энергия  $\sim 5 \cdot 10^{23}$  МэВ  $\approx 8 \cdot 10^{10}$  Дж, т.е. для обеспечения мощности 120 Вт в течение суток достаточно  $\sim 0,1$  мг дейтерия – масса ничтожная, и действительно может сложиться впечатление, что энергия получается «из ничего», если не знать, конечно, формулы  $E_0 = mc^2$ .

Современные изобретатели вечного двигателя об этой формуле знают. Они знают также, что слияние ядер дейтерия возможно при очень высокой температуре  $\sim 100$  млн градусов и что армия ученых вот уже в течение 60 лет не может осуществить эту *реакцию термоядерного синтеза в управляемом режиме*. Поэтому они действуют по принципу «если нельзя, но очень хочется, то – можно».

23 марта 1989 г. в английской газете Financial Times появилось сенсационное сообщение о пресс-конференции Понса и Флейшмана (M. Fleischmann, S. Pons) о наблюдении ядерного синтеза при комнатной температуре [1]. Суть их открытия была понятна каждому школьнику: в сосуд с тяжелой водой ( $D_2O$ ) опускались палладиевые электроды, по ним пропускался ток, в результате чего выделялась энергия настолько большая, что один из электродов расплавился. Источником такой энергии, по мнению авторов, могла быть только ядерная реакция слияния ядер дейтерия и это явление сразу же окрестили как «cold fusion»<sup>1</sup>, а в русском переводе – как «холодный термояд» (словесная несуразица вполне адекватная самой сенсации). Сенсация взбудоражила широкую публику – шутка ли: ядерная реакция на кухонном столе, доступная любой домохозяйке, причем в устройстве проще холодильника или миксера, а тем более микроволновой печи.

Через три недели после публикации профессор Зикики (A. Zicicci) собрал в своем известном Научно-образовательном центре в Эриче (Ettore Majorana Centre) на Сицилии международное совещание, на котором присутствовали автор открытия Флейшман и еще около 50 приглашенных ученых (и примерно столько же журналистов). Двое из авторов этой заметки (С.Г. и Л.П.) также участвовали в заседании и уже тогда указывали на нереальность обсуждаемого явления: при декларируемой мощности источника  $\sim 4$  Вт в результате реакции  $d + d \rightarrow {}^3\text{He} + n$  должно излучаться  $\sim 3 \cdot 10^{12}$  нейтронов в секунду с энергией 2,45 МэВ,

---

<sup>1</sup> Этот термин использовали ранее при описании явления мюонного катализа ядерных реакций. Однако с нелегкой руки одного из участников этих работ (Steven Jones) его стали использовать и в этом случае (см. «Cold fusion», [http://en.wikipedia.org/wiki/cold\\_fusion](http://en.wikipedia.org/wiki/cold_fusion)).

т.е. плотность потока нейтронов на расстоянии 1 м от источника должна быть равна  $\sim 2,3 \cdot 10^7$  н/см<sup>2</sup> · с. С учетом того, что единичный поток нейтронов эквивалентен биологической дозе облучения  $\sim 5 \cdot 10^{-8}$  бэр [2], общая доза от источника равна  $\sim 1,2$  бэр/с, а в течение часа  $\sim 4,3 \cdot 10^3$  бэр – доза смертельная. И даже сотой доли этой дозы (на расстоянии 1 м телесный угол, под которым экспериментатор «видит источник», равен  $\sim 10^{-2}$ ) достаточно, чтобы после дня работы его не стало. Поэтому лучшим экспериментальным доказательством отсутствия эффекта являлось присутствие на совещании живого автора.

Это было одно из соображений, по которому бо́льшая часть серьезных ученых с самого начала отнеслась к этой сенсации скептически [3], но тем не менее в ряде лабораторий мира были выполнены контрольные эксперименты, в которых продукты ядерной реакции – нейтроны, ядра гелия и трития – не были обнаружены. Казалось бы, на этом история сенсации должна была закончиться, но этого, однако, не произошло – она длится вот уже без малого четверть века [4].

За это время выполнено более 10 тысяч исследований, в эту деятельность были вовлечены даже такие солидные организации в США, как NASA, DOE, MIT, EPRI и т.д. (см., например, [5]), организованы новые институты и общества (например, New Hydrogen Energy Laboratory и Cold Fusion Society в Японии, International Society for Condensed Matter Nuclear Science (<http://www.iscmns.org>) и др.), основано несколько журналов<sup>2</sup> (а с распространением Интернета – специальных сайтов), изданы несколько книг – *pro* [6, 7] и *contra* [8, 9], ежегодно собираются международные конференции (только в России их прошло уже 13), а армия журналистов постоянно держит в напряжении публику описанием новых открытий в области «холодного термояда». На Cold Fusion конференциях – все, «как у больших»: читаются доклады, издаются тезисы и труды, однако при ближайшем знакомстве с содержанием докладов возникает впечатление, что эти конференции превратились в заповедник многочисленных адептов патологической науки (по определению Лэнгмюра [10]). Вот несколько примеров из программы 6-й российской конференции<sup>3</sup>:

<sup>2</sup> «Journal of New Energy», «Infinite Energy», «New Energy Times», «Condensed Matter Nuclear Science», «Pure Energy News», «Journal of Nuclear Physics» и т.д.

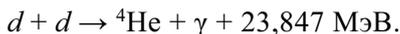
<sup>3</sup> См. также: Аржаников А.В., Кезерашвили Г.Я., Кружляков Э.П. О российских конференциях по холодному синтезу и трансмутации ядер // УФН. 1999. 169. № 6. С. 699–700.

- «Оценка константы спин-торсионного взаимодействия»;
- «Альфа-радиоактивность семян табака, проросших в водном растворе  $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$ »;
- «Динамическая модель синергетической активации для холодного ядерного синтеза», и т.д.

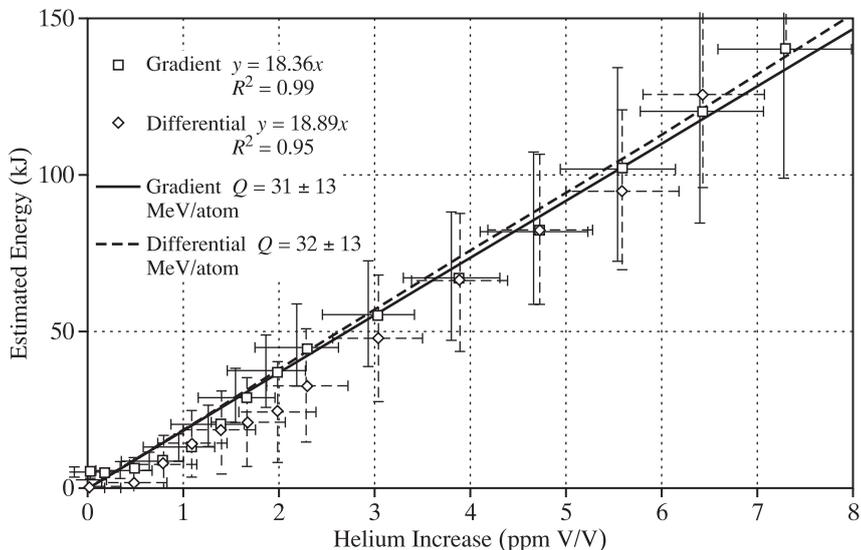
В последней из них, между прочим, «предполагается, что количество свободной энергии, «образующейся» в системе, в действительности должно переноситься из неопределенно удаленного источника...». И при чем тут закон сохранения энергии? (В свое время, когда пытались объяснить источник энергии радиоактивного распада энергией эфира, которую аккумулируют и переизлучают ядра урана, Пуанкаре заметил, что так можно объяснить все, что угодно).

В эту активность вовлечены и добросовестные ученые, которые за прошедшие годы, однако, так и не добились главного условия достоверности обнаруженного явления – 100% воспроизводимости результатов, – оно до сих пор зависит от множества факторов, не имеющих никакого отношения к ядерной физике: способа приготовления электродов, степени их насыщения дейтерием, чистоты тяжелой воды, силы тока, длительности экспозиции и т.д. и т.п. Тем не менее, многие авторы работ настаивают, что они наблюдали выделение дополнительной энергии на уровне  $\sim 0,3 \text{ Вт/см}^3$  палладия ( $0,47 \cdot 10^{23}$  ядер), т.е.  $\sim 2 \cdot 10^{12}$  МэВ/с. Чтобы обеспечить такое энерговыделение, необходимо  $\sim 0,6 \cdot 10^{12}$  синтезов в секунду, т.е. вероятность dd-синтеза атомов дейтерия, поглощенных в палладии (при насыщении  $\text{D/Pd} \approx 1$ ) не превышает  $\sim 10^{-11}$ . Однако попытки обнаружить продукты ядерной реакции ( $n$ ,  $t$ ,  $^3\text{He}$ ,  $^4\text{He}$ ) даже на таком низком уровне привели к отрицательному результату и этот факт до сих пор вызывает ожесточенные споры даже в среде приверженцев «холодного синтеза» (предпринято более 500 попыток обнаружить нейтроны и более 200 попыток обнаружить тритий).

Сегодня преобладающим стало мнение, что источником дополнительной энергии является ядерная реакция



Хорошо известно, однако, что по сравнению с реакциями  $d + d \rightarrow ^3\text{He} + n$  и  $d + d \rightarrow t + p$  ее вероятность ничтожна ( $\sim 10^{-7}$ ), но этот аргумент, похоже, мало волнует адептов «новой физики». Они утверждают, что обнаружена корреляция между выделением энергии и выходом ядер  $^4\text{He}$ , и в доказательство приводят график



Зависимость выделившейся энергии от количества наблюдаемых синтезов  $dd \rightarrow {}^4\text{He}$

(см. рис., [11]), убедительность которого, однако, при таком уровне ошибок невелика.

Кроме того, если в него поверить, то надо объяснять, почему до сих пор живы экспериментаторы, которые его получили: единственный поток  $\gamma$ -квантов с энергией 23,8 МэВ эквивалентен дозе облучения  $\sim 5 \cdot 10^{-9}$  бэр [2]. Источник, генерирующий (см. рис.) 100 кДж =  $10^5$  Дж  $\approx 0,6 \times 10^{18}$  МэВ, т.е.  $\sim 3 \cdot 10^{16}$  синтезов, на расстоянии 1 м обеспечит гигантскую дозу  $\sim 10^8$  бэр. Даже если лишь миллионная доля предполагаемого  $\gamma$ -излучения не трансформировалась в тепло, то и этого было бы слишком много. К счастью для энтузиастов,  $\gamma$ -кванты в их экспериментах не были обнаружены (хотя уже в первой работе Понс и Флейшман сообщали об их наблюдении), и тогда появилась идея, что  $\gamma$ -кванты в этой реакции и не должны возникать, а ядерная энергия синтеза (23,8 МэВ) «как-то» передается непосредственно атомам решетки. Некоторые из этих умозрительно-волевых теорий проникли даже в уважаемые журналы (см., напр., [12]).

Если оставаться в рамках «нормальной науки», то малые случайные эффекты, наблюдаемые в некоторых экспериментах, наиболее естественно объясняются реакцией  $dd$ -синтеза при энергии в несколько кэВ, которую ядра дейтерия могут приобрести

в локальных полях, возникающих на границах дислокаций при насыщении палладия дейтерием, т.е. по существу это нормальный «горячий синтез», обусловленный малопредсказуемыми процессами в конденсированных средах. В поддержку этой гипотезы говорят и плохая воспроизводимость явления, и случайность эффекта, и малая его интенсивность. Кроме того, в незначительных количествах гелий в металлах всегда присутствует изначально, поскольку он образуется при радиоактивном распаде урана, стандартная примесь которого в металлах составляет  $10^{-4}$ – $10^{-5}$ . В 1 г Pd содержится  $N_A/106 \approx 6 \times 10^{21}$  атомов, и, следовательно,  $\sim 10^{17}$  ядер урана-238 и  $\sim 10^{15}$  ядер урана-235. Эти ядра за геологическое время  $\sim 10^9$  лет излучили  $\sim 10^{16}$   $\alpha$ -частиц, которые застряли в решетке металла и образовали там  $\sim 10^{16}$  атомов гелия, т.е. их концентрация в Pd может достигать значений нескольких ppm, что вполне совместимо с результатами экспериментов (см. рис.)<sup>4</sup>.

Но и самые горячие энтузиасты «холодного синтеза» понимают, что для осуществления реакции *dd*-синтеза даже с такой ничтожной вероятностью надо преодолеть кулоновский барьер отталкивания между ядрами дейтерия (именно этого не может добиться термоядерное сообщество вот уже 60 лет). Сторонники «холодного синтеза» обходят эту трудность ссылками на неизвестный механизм взаимодействия с кристаллической решеткой металлов, в которую внедрены ядра дейтерия: они склонны верить, что вместо грубой силы существуют и более изящные механизмы преодоления кулоновского барьера<sup>5</sup>. Эта тенденция получила продолжение, и со временем в недрах сообщества сторонников «холодного синтеза» появилось новое течение – **трансмутация** элементов: если можно преодолеть барьер кулоновского отталкивания ядер, то открывается широкое поле для разнообразных фантазий («если Бога нет, то все дозволено»). Появились работы, в которых сообщалось о наблюдении реакций  $^{27}\text{Na} + ^1\text{H} \rightarrow ^{28}\text{Mg}$ ,  $^{23}\text{Na} + ^{16}\text{O} \rightarrow ^{39}\text{K}$  и т.д., а некоторые бактерии, оказывается, способны превращать марганец в железо:  $^{55}\text{Mn} + ^2\text{D} \rightarrow ^{57}\text{Fe}$  [14].

С этого момента сообщество верующих в «холодный синтез» разделилось на секты: одна часть по-прежнему верит, что

<sup>4</sup> Как известно, гелий на Земле обнаружили при прокаливании минералов тория. При этом из 1 г тория удается выделить  $\sim 10^{-4}$  г гелия.

<sup>5</sup> «...this situation being like difference between a rape and a seduction» (*Storms E. Cold Fusion: an objective assessment. 2001; <http://pwl.netcom.com/storms2/review8.html>*). В России многолетние попытки «соблазнить» кулоновский барьер с помощью электрического разряда предпринимает Л. Уруцкоев [12].

источником энергии служит реакция *dd*-синтеза, а другая часть утверждает, что это результат взаимодействия ядерных сил и сил, ответственных за физико-химическую и кристаллическую структуру веществ. В соответствии с этим они предпочитают называть эти явления как LENR (Low Energy Nuclear Reactions, Lattice-Enabled Nuclear Reactions), CANR (Chemically Assisted Nuclear Reactions) и т.д. Между этими сектами (как это обычно и бывает в любой религии) идут ожесточенные споры, они соперничают за право составлять программы конференций, конкурируют при добывании грантов и т.д. [4]. Появилось и обоснование этой новой идеологии, так называемая теория Видома-Ларсена (Widom-Larsen theory [15]): оказывается, ядерная реакция возникает за счет комбинации сильных и слабых взаимодействий. В этой теории электрон в присутствии высокочастотного электромагнитного поля превращается (**как?**) в «тяжелый электрон», затем он захватывается протоном и образует нейтрон (и нейтрино), который, в свою очередь, проникает в ядро ( $Z, A$ ) и превращает его в ядро ( $Z, A+1$ ). Именно при этом превращении и выделяется ядерная энергия, наблюдаемая в виде избыточного тепла.

При всех этих разногласиях спорящие солидарны в том, что явление «холодного синтеза», даже будучи доказанным, не имеет практического значения в том его виде, который восходит к работе Понса и Флейшмана, и не только по причине его нестабильности (100% воспроизводимость так и не достигнута), но главное – по малости генерируемой дополнительной энергии. Именно это обстоятельство стало причиной прекращения программ официальных исследований: свой отрицательный вердикт вынес Департамент Атомной Энергии (DOE) в США [16], а руководитель Исследовательского центра военно-морских сил США распорядился не только прекратить исследования «холодного синтеза», но даже запретил публиковать что-либо по этой теме от имени Центра [17].

В этой обстановке как нельзя более кстати появился итальянец Росси (A. Rossi), который предпринял очередную попытку «соблазнить кулоновский барьер» и запатентовал свой E-cat (Energy catalyzer) генератор, производящий в 10 и более раз энергии, чем потребляет [18], см. также [19, 20]. По утверждению авторов, при насыщении никеля водородом в присутствии некоего катализатора этот генератор производит энергию за счет ядерной реакции синтеза  $p + \text{Ni} \rightarrow \text{Cu}$ . Деталей устройства этого H/Ni-генератора никто не знает (коммерческая тайна!), но оценить порядок вели-

чины предполагаемой генерации энергии не составляет труда. Массы наиболее распространенных изотопов никеля (вместе с их содержанием в природном никеле) равны соответственно  $m({}_{28}^{58}\text{Ni}) = 57,935429$  м.а.е. (68%) и  $m({}_{28}^{60}\text{Ni}) = 59,930786$  м.а.е. (26%), масса протона  $m({}_1^1\text{H}) = 1,007825$  м.а.е., а массы изотопов меди, которые должны образовываться при синтезе  $p + \text{Ni} \rightarrow \text{Cu}$ , соответственно равны  $m({}_{29}^{59}\text{Cu}) = 58,939480$  м.а.е. и  $m({}_{29}^{61}\text{Cu}) = 60,933459$  м.а.е. Дефекты массы  $\Delta m = m_{\text{Ni}} + m_p - m_{\text{Cu}}$  этих реакций равны 0,003774 м.а.е. и 0,005552, т.е. в постулируемой реакции  $p + \text{Ni} \rightarrow \text{Cu}$  должна выделяться энергия 3,42 и 4,80 МэВ/ядро. В каждом грамме никеля содержится  $\sim(6,023 \cdot 10^{23}/60) \approx 10^{22}$  атомов и, чтобы обеспечить энерговыделение мощностью 10 кВт  $= 0.6 \cdot 10^{17}$  МэВ/с достаточно, чтобы каждую секунду происходило  $\sim 1,5 \cdot 10^{16}$  ядерных реакций превращения Ni в Cu, т.е. реагировало  $\sim 1,5 \cdot 10^{-6}$  г/с или  $\sim 50$  г/год ядер Ni. Ну, чем не вечный двигатель?

Эти новости всколыхнули не только сообщество последователей «холодного синтеза», но усилиями журналистов и все общество в целом: компания СВС незамедлительно выпустила в эфир передачу «Cold Fusion is Hot Again», этими исследованиями заинтересовалось Агентство национальной безопасности США, Росси основал в Интернете свой журнал «Journal of Nuclear Physics», у него появились частные спонсоры и 14 января 2011 г. в Болонье состоялась публичная демонстрация E-cat генератора Росси, который работает на смеси никеля и водорода с добавлением таинственного катализатора. Устройство исправно превращало воду в пар в течение нескольких часов, однако изобретатель так и не смог объяснить, куда деваются  $\gamma$ -кванты, сопутствующие трансмутации  $\text{Ni} \rightarrow \text{Cu}$ . Дело в том, что изотопы меди  ${}_{29}^{59}\text{Cu}$  и  ${}_{29}^{61}\text{Cu}$ , которые при этом якобы образуются, радиоактивны и распадаются с периодами полураспада  $T_{1/2} = 81$  с и 3,3 ч соответственно по схеме  $\text{Cu} \rightarrow \text{Ni} + e^+ + \nu_e$ , а позитроны немедленно аннигилируют с электронами, порождая пару  $\gamma$ -квантов с энергией  $\sim 0,5$  МэВ каждый:  $e^- + e^+ \rightarrow 2\gamma$ . В демонстрационной модели Росси мощностью 10 кВт радиация при этом должна возникать изрядная:  $\sim 3 \cdot 10^{16}$   $\gamma$ /с. А поскольку единичный поток  $\gamma$ -квантов с энергией 0,5 МэВ эквивалентен мощности дозы облучения  $\sim 2,5 \cdot 10^{-10}$  бэр/с [2], то полная мощность дозы должна быть равна  $\sim 60$  бэр/с – при такой радиации даже на расстоянии 1 м от источника человек уже через несколько минут может пощипаться с жизнью. Но никакого излучения зарегистрировано не

было и поэтому объяснить, как работает E-cat генератор, опираясь на известные законы физики и химии, никому так и не удалось (см. обсуждение [21])<sup>6</sup>.

Само по себе это еще не беда: в истории физики такое уже бывало – достаточно вспомнить явление сверхпроводимости – его объяснили только через полвека после открытия (хотя с его воспроизводимостью проблем не было). А структуру шаровой молнии не удастся объяснить до сих пор. Новое состоит в том, что России отказывается от всех предложений (в частности, NASA) провести независимую экспертизу работы E-cat генератора [22].

Предприимчивые дельцы оставили заботы по выяснению физических основ работы H/Ni-генератора досужим теоретикам, а сами быстро организовали компании по производству генераторов тепла с к.п.д. 500% и более и даже установили цену: 500–900 \$ за установку мощностью 10 кВт, которая способна работать полгода без перезарядки, а затем требует только замены картриджа стоимостью ~10 \$. А размеры установки E-cat не превышают размеров обычного кейса [23]. С тех пор прошло уже без малого два года, однако пока что ни одного генератора не продано.

Так что же это: эпохальное открытие нового взаимодействия в природе, отличного от всех известных? Или ошибка (либо и того хуже – банальная, хотя и широкомасштабная афера)? Каждый для себя сам вправе ответить на этот вопрос, но вероятность второго исхода несравненно выше. Во всяком случае, «момент истины» уже близок и ответ на этот принципиальный вопрос вскоре будет получен. Мартин Флейшман уже не узнает развязку истории, начало которой он положил: он умер 3 августа 2012 г.

Появление в печати ошибочных научных работ, авторами которых являлись даже выдающиеся ученые, – не новость. Достаточно вспомнить статьи Нобелевского лауреата Уильяма Рамзая, который еще в 1907 г. сообщал о наблюдении благородных газов при облучении некоторых веществ  $\alpha$ -частицами. О наблюдении реакции образования гелия при насыщении палладия водородом при комнатной температуре в 1926 г. сообщали Петерс и Панет

---

<sup>6</sup> Существуют только два нерадиоактивных изотопа меди (в своем патенте Росси это учел):  $^{63}_{29}\text{Cu}$  и  $^{65}_{29}\text{Cu}$ , которые должны образовываться из  $^{62}_{28}\text{Ni}$  и  $^{64}_{28}\text{Ni}$ , содержание которых в природном никеле всего 3,63% и 0,43% соответственно. Но дело даже не в этом: предположить, что проникаемость кулоновского барьера отталкивания между ядром никеля и протоном так избирательно и критически зависит от массы изотопа – это уж слишком даже для дилетанта.

(К. Peters и F. Panet, который вместе с Нобелевским лауреатом Дьердем Хевеши разработал метод «меченых атомов»). А в 1932 г., сразу же после открытия дейтерия, шведский ученый Тандберг (J. Tandberg) поставил эксперименты, аналогичные опытам Понса и Флейшмана. Все эти сообщения были забыты довольно скоро – в соответствии с психологией человека – забывать все неприятное.

Но сообщению Понса и Флейшмана присущи особенности, которые выделяют его на фоне всех других подобного типа. В каком-то смысле они отражают нынешнее состояние науки и ее взаимоотношения с обществом. По существу, речь идет здесь не о научном факте, а о социально-общественном феномене, характерные черты которого особенно ярко выражены в этом случае.

Во-первых, о результатах эксперимента ученый мир узнал не из статьи в научном журнале, а из газетной публикации. Тем самым был ликвидирован иммунный барьер, которым наука на протяжении столетий защищала себя от фальсификаций и незрелых идей (научные семинары, конференции, рецензирование статей перед их публикацией в научных журналах и т.д.). Последствия такой потери иммунитета мы можем наблюдать сегодня на примере эпидемии «открытий» и «изобретений» малообразованных авторов, которая наряду с астрологами, экстрасенсами и ясновидящими захлестнула телевидение и Интернет<sup>7</sup>.

Во-вторых, поражает устойчивость этого феномена: он живет уже четверть века, а сообщество сторонников «холодного термояда» по некоторым оценкам сравнимо сейчас с армией «горячего термояда» (во всяком случае, по количеству публикаций в прессе и Интернете).

Третья особенность обсуждаемого феномена состоит в том, что в его обсуждении и пропаганде теперь участвуют вполне уважаемые ученые, чьи научные достижения общепризнаны, а предыдущая научная репутация безупречна. Прежде всего это относится к профессору Флейшману, который пользовался заслуженным уважением в среде электрохимиков и был даже советником в Harwell'е – ядерном центре Великобритании. Здесь можно упомянуть также Нобелевского лауреата Юлиана Швингера, профессоров Скарамуцци, Препарата, Кима, а в России – Рухадзе, Цыганова и др. Они, без сомнения, знакомы с аппаратом

---

<sup>7</sup> И не только в точных науках – достаточно вспомнить «исторические» изыскания Фоменко.

современной физики, но используют его с нарушением базовых принципов научной методологии: неперемнная воспроизводимость эксперимента и непротиворечивость его интерпретации. В этом случае ни то, ни другое за четверть века так и не достигнуто, однако адепты «холодного синтеза» защищают его с поистине религиозным рвением – вопреки логике и очевидным фактам (как то и подобает верующим)<sup>8</sup>.

Основной логический провал в их объяснениях заключается в том, что, признавая ядерное происхождение энергии, они игнорируют твердо установленные законы ядерной физики и, в частности, отсутствие продуктов ядерной реакции. Образованная часть верующих этот провал осознает, и в последнее время появилось несколько объяснений этого противоречия. Суть одного из них состоит в том, что при сближении двух ядер дейтерия (как это осуществить и при помощи каких сил – вопрос особый, который на уровне формул тоже не обсуждается) образуется возбужденное состояние ядра  ${}^4\text{He}^*$ , энергия возбуждения которого ( $\sim 24$  МэВ) передается атомам кристаллической решетки палладия путем неизвестного науке механизма и в результате ядро  ${}^4\text{He}^*$  переходит в основное состояние  ${}^4\text{He}$ , не образуя продуктов деления [11].

Энтузиастов LENR не смущает тот факт, что вероятность реакции  $dd \rightarrow {}^4\text{He} + \gamma$  по сравнению с каналами  $dd \rightarrow {}^3\text{He} + n$  и  $dd \rightarrow t + p$  составляет всего  $\sim 10^{-7}$ . Кроме того, они уверены, что существует какое-то неизвестное взаимодействие (с фононами решетки?), которое позволяет передать 24 МэВ энергии ее атомам и при этом не разрушить ее, хотя энергия связи атомов в решетке ( $\sim 6$  эВ) несоизмерима с выделяющейся энергией. Никаких оснований для такого предположения в рамках ядерной физики и физики твердого тела нет, система возбужденных уровней ядра  ${}^4\text{He}$  изучена достаточно хорошо, и она не допускает такого изошренного механизма девозбуждения ядра  ${}^4\text{He}^*$ , однако это не останавливает верующих<sup>9</sup>. Конечно, нельзя исключить существования неизвестных до сих пор науке механизмов диссипации ядерной энергии, но вместо поиска этих механизмов сообщество сосредоточилось на конструировании разнообразных устройств для

<sup>8</sup> Когда один из авторов этой заметки спросил при встрече у Флейшмана, проверял ли он наличие наблюдаемого эффекта при замене тяжелой воды на обычную, он ответил: «А зачем? Там ведь такого эффекта заведомо не может быть».

<sup>9</sup> Ситуация эта до боли напоминает бум с «гафниево́й бомбой», который прошел несколько лет назад [24].

производства энергии на основе фанатичной веры в «холодный термояд».

Обсуждаемый феномен не сводится к привычному комплексу явлений, известному под общим именем «лженаука». Он значительно глубже и связан с теми изменениями, которые произошли в социуме за последние полвека. Прежде всего, в обществе резко упал авторитет науки и научные критерии оценки предлагаемых проектов не являются сегодня единственными и определяющими при принятии решений. Наряду с этим, диктат демократических принципов толерантности и вольно трактуемого плюрализма мнений привели к тому, что для властной бюрократии аргументы профанов и профессионалов звучат сегодня одинаково убедительно. В нашей стране ситуация усугубляется еще и тем, что из руководящих структур практически исчезли профессионалы в конкретных отраслях знаний, а система экспертизы проектов в значительной степени разрушена. **Многолетнее государственное пренебрежение наукой в недалеком будущем приведет к тому, что в стране вообще не останется экспертов-профессионалов, способных отличить настоящую науку от ее имитации – даже в том случае, когда в этом все-таки возникнет нужда.** А это открывает широкие возможности для корыстного сговора «изобретателей» с бюрократами, принимающими решения о финансировании их «изобретений»<sup>10</sup>. Появление разнообразных Петриков в таких условиях закономерно и неизбежно.

### Примечание к корректуре

Когда эта статья была сдана в печать, на сайте Сколково 19 октября 2012 г. появилось объявление о юбилейном саммите призеров премии «Глобальная энергия: *“Глобальная энергия” готовит научную революцию: в год десятилетия премии ведущие ученые мира обсудят в Москве перспективы создания вечного двигателя.*

25 октября в 12.15 в Москве, в ЦМТ впервые в истории на одной площадке соберутся все лауреаты премии “Глобальная энергия”. Их

---

<sup>10</sup> Авторам известны случаи, когда «изобретатели» предлагали крупным ученым с незапятнанной репутацией солидные суммы за положительный отзыв об их «изобретениях», необходимый все же бюрократам для выделения финансирования даже в случае предварительного сговора с «изобретателями». И менее щепетильные ученые соглашались участвовать в таких сомнительных проектах. Как отметил с горечью один наш общий друг: «Если хозяин не кормит собаку, то она ищет еду на помойках».

соберет вместе не только десятилетие со дня первого вручения премии Президентом России, но и одна из научных загадок современности – возможность создания вечного двигателя, уникальной энергетической установки с КПД более 100%.

Ученые с мировым именем из девяти стран, среди которых два нобелевских лауреата, обсудят в ходе модерлируемой дискуссии реальные проекты и технологии, способные взорвать научную общественность планеты. Ведущим дискуссии выступит один из топ-менеджеров Инновационного центра Сколково...

Global Energy Priz Summit, запланированный в честь десятилетия Международной энергетической премии “Глобальная энергия”, состоится в Москве 25–26 октября, к нему также приурочено проведение традиционной Международной энергетической недели.

*Самым ярким, полемичным и провокационным мероприятием Саммита станет Энергодialog на тему “Вечный двигатель: от научной фантастики к инновации века”, который пройдет в уникальном западном формате модерлируемой дискуссии. В роли ведущего выступит Денис Ковалевич, руководитель ядерного кластера Инновационного центра Сколково.*

В мероприятии примут участие лауреаты премии “Глобальная энергия” за все года – выдающиеся ученые из девяти стран мира, среди которых два нобелевских лауреата: **Жорес Алферов** (Россия, лауреат Нобелевской премии по физике 2000 г.) и **Родней Джон Аллам** (Великобритания, лауреат Нобелевской премии мира за 2007 г. в составе группы экспертов во главе с Альбертом Гором). Не меньшим авторитетом в научных кругах пользуются и другие лауреаты премии: **Брайан Сполдинг** и **Джеффри Хьюитт** (Великобритания), **Клемент Боуман** (Канада), **Леонард Дж. Кох** (США), академики РАН **Евгений Велихов**, **Борис Каторгин**, **Филипп Рутберг** и многие другие.

Также на Саммит приглашены министр энергетики РФ **А. Новак**, помощник президента **Э. Набиуллина** и представители крупнейших российских и мировых энергетических компаний. Ожидаются поздравления в адрес “Глобальной энергии” от Президента России, премьер-министра России, обеих палат парламента и др. ...» (полный текст на сайте: <http://community.sk.ru/press/b/weblog/archive/2012/10/19/globalnaya-energiya-gotovit-nauchnyu-revolyciyu-v-god-desyatiletija-premii-veduschie-uchenye-mira--obsudyat-v-moskve-perspektivy-sozdaniya-vechnogo-dvigatelya.aspx> и на сайте <http://www.globalenergyprize.org/ru/menu/33/new/619>).

Комментариев на эту тему от организаторов саммита получить не удалось, а на вопрос: «Будет ли опубликовано официальное заключение по результатам обсуждения?» ответ был отрицательный.

К чести ученых, участвующих в «модерлируемой дискуссии», они не стали обсуждать «инновацию века». Зато в кулуарах саммита бойко

торговали книгами об устройствах с к.п.д. больше 100%. Автор одной из них (В. Ацюковский «Эфиродинамическая картина мира», Изд-во ООО «Петит», тираж 300 экз., цена 500 р.) охотно объяснял, что «вся Вселенная пронизана эфирным ветром, который несет с собой неисчерпаемую энергию, и уже измерена его вязкость и скорость: вблизи Земли на высоте 8 км она равна 10 км/с. А источник этого ветра находится на звезде  $\zeta$  в созвездии Дракона» (на расстоянии 300 световых лет!).

Упомянутая книга начинается с Резолюции XII (!) симпозиума «Перестройка естествознания в III тысячелетии», в которой его участники считают среди прочего необходимым отметить:

«... 4. Введение в официальной науке более демократичных норм научного обмена на национальном и международном уровнях, оставив в прошлом замалчивание и запреты на публикации, на открытое обсуждение экспериментальных и теоретических работ, содержащих результаты, не согласующиеся с официальными научными парадигмами.

5. Привлечение внимания национальных Академий наук и Парламентов к пересмотру устаревших государственных законов на монополизацию научных истин, типа Теории относительности, на блокировку новых знаний, на лженаучное определение наук и ученых, находящихся на неизведанных и наиболее трудных этапах познания Природы, к ликвидации комиссий любого уровня, присвоивших себе компетенцию вынесения вердиктов о научности и лженаучности поисков и исследований в области естествознания».

Sic! Комментарии, как говорится, излишни.

## Литература

1. *Cookson C.* Scientists claim nuclear fusion produced in test tube // Financial Times. 1989. 23 March; *Fleishman S., Pons S.* Electrochemically induced nuclear fusion of deuterium // J. of Electroanalytical Chemistry. 1989. **261**. P. 301. *Jones S.E.* et all. Observation of cold nuclear fusion in condensed matter // Nature. 1989. **338**. P. 737.
  2. *Гусев Н.Г., Климанов В.А., Машкович В.П., Суворов А.П.* Защита от ионизирующих излучений. М., 1989; Нормы радиационной безопасности НРБ-99 и основные санитарные правила ОСП-72/87. М., 1988.
  3. *Morrison D.R.O.* Comments on claims of excess enthalpy by Fleishmann and Pons using cells made to boil // Phys. Lett. 1994. **A185**. P. 498.
  4. *Krivit S.B.* Two decades of "Cold Fusion" // New Energy Times. 2010. N 35. 30 July; [http://newenergytimes.com/v2/news/2010/sr35919\\_twodecades.shtml](http://newenergytimes.com/v2/news/2010/sr35919_twodecades.shtml)
  5. *Miles M.H., Bush B.F., Johnson K.B.* Anomalous Effects in Deuterated Systems // Final Report, Naval Air Warfare Center Weapons Division, China Lake, USA, 1996; <http://lenr-canr.org/acrobat/miles> Manomalowsea
2. В защиту науки. Бюл. 11

6. *Storms E.* Science of Low Energy Nuclear Reactions: A Comprehensive of Evidence and Explanation about Cold Fusion // Singapore: World Scientific, 2007; *Mallove E.* Fire from Ice: Searching for the Truth behind the Cold Fusion Furor. London, Wiley, 1991; *Muzino T.* Nuclear Transmutation: The Reality of Cold Fusion. Concord: Infinite Energy Press, 1998.
7. *Krivit S., Winocur N.* Rebirth of Cold Fusion: Real Science, Real Hope, Real Energy. Los Angeles: Pacific Oaks Press, 2004; <http://LENR-CANR.org>.
8. *Close F.* To Hot to Handle: The Race for Cold Fusion (2<sup>nd</sup> ed.). London: Penguin, 1992.
9. *Huizenga J.R.* Could Fusion: The Scientific Fiasco of the Century (2<sup>nd</sup> ed.). Oxford: University Press, 1993.
10. *Langmuir I.* Pathological Science // Physics Today. 1989. October. P. 22.
11. *Hagelstein P.L., McKurbe M.C.H., Nagel J., Chubb T.A.* New Physical Effects in Metal Deuterides. 11th International Conference on Cold Fusion / J-P. Biberian (ed.). Marseilles, 2004. P. 23; <http://lenr-canr.org/acrobat/Hagelsteinnewphysica.pdf>
12. *Цыганов Э.* Холодный ядерный синтез // Ядерная физика. 2012. 75. Вып. 2. С. 174.
13. *Уруцкоев Л.И., Луксонов В.И., Циноев В.Г.* Экспериментальное обнаружение “странного” излучения и трансформации химических элементов // Прикладная физика. 2000. № 4. С. 83–100.
14. *Ysotskii V.I., Kornilova A.A., Samoilenko I.I.* Experimental discovery and investigation of the phenomenon of nuclear of isotopes an growing biological cultures // Cold Fusion and New Energy Technology. 1996. V. 2. №10. P. 63–66.
15. *Widom A., Larsen L.* Ultra low momentum neutron catalyzed nuclear reactions on metallic hydride surfaces // Eur. Phys. J. 2006. C 46. P. 107–111.
16. Report of the Review of Low Energy Nuclear Reactions. Department of Energy, Office of Science: Washington, DC; [www.science.doe.gov/sub/Newsroom/News\\_Releases/DOE-SC/2004/low\\_energy/CF\\_Final\\_120104.pdf](http://www.science.doe.gov/sub/Newsroom/News_Releases/DOE-SC/2004/low_energy/CF_Final_120104.pdf), retrieved 2008-07-09; DoE, Cold Fusion Review, Reviewer Comments. 2004, DoE Washington, DC; [http://lenr-canr.org/acrobat/doe\\_us\\_departme.pdf](http://lenr-canr.org/acrobat/doe_us_departme.pdf).
17. <http://blog.newenergytimes.com/2012/03/01/navy-commander-halts-sparwar-lenr-research...>
18. *Rossi A.* Method and Apparatus for carrying out nickel and hydrogen exothermal reactions. Patent application WO2009125444; <http://worldwide.espacenet.com/textdoc?DB=EPODOC&IDX=WO200912544>.
19. *Focardi S., Rossi A.* A new energy source from nuclear fusion // Journal of Nuclear Physics. 2010; [www.journal-of-nuclear-physics.com/focardi\\_rossi](http://www.journal-of-nuclear-physics.com/focardi_rossi)

20. *Focardi S., Habel R., Piantelli F.* Anomalous Heat Production in Ni-H systems. *Il Nuovo Cimento*, 1994; **107**. P. 163–167.
21. <http://cold-fusion.ru>; <http://www.center-rne.org/forums/archive/index.php/t-3382.html>.
22. *Krivit S.* Rossi's NASA Test Fails to Launch // *New Energy Times*. 2012. 20 Feb; <http://newenergytimes.com/v2/news/2012/rep>.
23. <http://andrearossiecat.com/andrea-rossi-interview>.
24. *Ткаля Е.В.* Гафниевая бомба или неученье – тъма // *В защиту науки*. М., 2011. № 9. С. 34.

## Давайте все-таки подумаем!

*Ю.Я. Реутов*

Страшно стало жить! Включаешь любой телевизионный канал, а там тебя уже ждут сообщения об очередной дате конца света. Фильмы типа «Апокалипсис» идут в категории документальных. В первые минуты погибнут восемьдесят процентов обитателей Земли, оставшиеся в живых будут завидовать мертвым.

Минуточку! А почему будут? Фильм-то документальный, а в документальном фильме принято показывать то, что уже произошло! Так наступил конец света или еще приближается? И почему он вообще должен наступить?

Ну, причин-то много. Во-первых, так написано в библии! Кто не верит в библию, должен поверить календарю майя! Это были, конечно, еще те мудрецы. Колесо и электричество изобрести не удосужились, зато составили очень подробный календарь. Правда, только до конца 2012 г. (дальше кончилось финансирование). Раз кончился календарь, значит, дальше жизни не будет. Это же очевидно!

Но для наступления конца света что-то должно произойти (мы же все – материалисты). Тут уж выбирайте сами. Хотите, ось вращения Земли сместится на девяносто градусов. «И там, где полюс был, там тропики, а где Нью-Йорк – Нахичевань!». Не хотите! Тогда с Землей столкнется огромный астероид или зловещая планета Нибиру. Не хотите и этого? На Землю прилетит вулканический пепел с Марса, закроет солнце и погубит все живое. Поскольку мы живем в демократическом обществе, пора проводить референдум, чтобы выбрать вариант конца света, устраивающий большинство. Времени осталось немного!

А может быть, все-таки, стоит подумать, воспринимать ли всерьез все эти предсказания?!

Геологи установили наличие солидного слоя вулканического пепла на обширном участке территории Сибири. Образовался этот слой два миллиона лет тому назад. Откуда же он взялся? Вероятно, произошло сильное извержение одного из вулканов Камчатки? Ан нет! В таком случае Камчатка и место залегания слоя пепла соединялись бы пепельной полосой. А вот она-то, как раз и отсутствует! Как это объяснить? Да очень просто – пепел прилетел с Марса! Как раз два миллиона лет назад (это мы знаем

точно) там было сильнейшее извержение вулкана Олимп. Оттуда пепел и прилетел! Откуда ему еще взяться?

Наш замечательный сатирик Михаил Жванецкий предлагал, в шутку, зашвырнуть куда-нибудь комара. Далеко-далеко. Любой здравомыслящий человек знает, что это невозможно, поскольку поверхность тела комара велика в сравнении с его массой (на таких различиях масштабов базируются модные сейчас нанотехнологии). Вулканический пепел даже в результате самого грандиозного извержения не смог бы покинуть атмосферу Марса, а тем более долететь до Земли. А самое главное, если бы уж он долетел до Земли, то сгорел бы в ее атмосфере (вся космическая пыль так сгорает), а если бы вдруг не сгорел, то покрыл бы равномерно всю ее поверхность, а не отдельный ее участок. Весь Марс должен был превратиться в пепел, чтобы на Земле образовался заметный слой.

Как видим, упования предсказателей с телевидения на прилет с Марса вулканического пепла и прекращение таким способом столь надоевшей некоторым жизни на Земле не имеют под собой никаких оснований.

В давние времена мудрецы призывали: «Сейте разумное, доброе, вечное!» Времена изменились, и сейчас ни о разумном, ни о добром работники телевидения не помышляют.

В последнее время много эфирного времени они стали уделять вопросам смерти. Уж очень хочется доказать, что загробная жизнь существует. Ведь церковь все активнее и бесцеремоннее вторгается в нашу жизнь. А значит, выполнить ее социальный заказ выгодно как с моральной, так и с материальной стороны. И вот один за другим люди, пережившие клиническую смерть (или выдающие себя за таковых), рассказывают о продвижении по туннелю и о свете в его конце. Получается, что раз все рассказывают одно и то же, то так и есть на самом деле. Людей вернули с того света, не дав досмотреть дорогу до конца. Но дорога эта есть, и довольно стандартная и благоустроенная.

Давайте прежде всего отсеем тех, кто никакой клинической смерти не переживал объективно. Вот некая розовощекая и не в меру упитанная женщина из Прибалтики рассказывает, как ей делали операцию на последней стадии туберкулеза. Она, якобы, сквозь наркоз слышала слова хирурга: «Мы ее потеряли», а затем очнулась в морге через трое суток пребывания там, перепугав весь персонал. А теперь живет припеваючи, забыв о своем туберкулезе.

По роду своей работы лет сорок тому назад я неоднократно присутствовал на хирургических операциях (полостные, сердце, легкие, мозг) и могу поделиться кое-какими наблюдениями. Не думаю, что они устарели к настоящему времени.

Перед началом операции (за исключением операций на мозге) пациента вводят в состояние общего наркоза и подключают к аппарату искусственного дыхания. Врач-анестезиолог является одним из важнейших участников операции и на него ложится большая доля ответственности за жизнь пациента. Если операция прошла успешно, вскрытые полости тщательно зашиваются (чтобы правильно и надолго срослись), а затем анестезиолог снимает наркоз и путем сложных и ответственных манипуляций переводит больного с искусственного дыхания на естественное. Операция заканчивается.

Если же, паче чаяния, в ходе операции наступила смерть пациента, то после принятия всех мер по его оживлению эта смерть констатируется, и участникам операции уже нет никакого смысла добротнo зашивать вскрытые полости, затрудняя работу патологоанатома и расходовать дорогостоящие стерильные материалы. Теперь их забота – тщательно расследовать причины неудачи, в том числе и во избежание ответственности за нее. После таких процедур у **пациента нет никаких шансов** вернуться с того света и рассказывать о своих путешествиях по его бескрайним просторам легковерной публике.

Ну, а те, кто на самом деле побывал в состоянии клинической смерти и вернулся к жизни? Почему схожи их рассказы? Да очень просто! Наш мозг в состоянии сна стереотипно генерирует зрительные и слуховые образы в ответ на изменения снабжения его кислородом. И в том, что при ухудшающемся кровоснабжении мозга нам снится погружение во все сгущающийся мрак и тесноту, а затем, по мере восстановления притока крови (в результате усилий медиков), перед нашим мысленным взором проносятся все более светлые и оптимистичные картины, нет ничего удивительного или несущего информацию о загробном мире. Те, кто перебрался туда окончательно, никогда об этом не расскажут.

Теперь давайте обратимся к сообщениям о взвешивании души. Утверждается, что в момент смерти человек становится легче примерно на четыре грамма, а значит, это свидетельствует о существовании бессмертной души и покидании ею тела при смерти.

Первый (по наивности, а не по существу) вопрос: «А животные становятся легче после смерти? Ведь душа есть только у человека!»

Второй вопрос (а по сути главный): «Какова точность взвешивания?»

Предположим, что в момент смерти больной весит 40 килограмм, это довольно мало, но правдоподобно, поскольку болезнь могла его сильно истощить. Чтобы достоверно уловить потерю веса в момент смерти в 4 грамма, т.е. 0,01 процента, надо осуществлять взвешивание с еще большей точностью – в тысячные доли процента. Возможно ли такое в современной измерительной технике? Да, возможно, но при соблюдении известных, достаточно жестких правил. Здесь и отсутствие каких бы то ни было воздушных потоков (сквозняков), и поддержание неизменной температуры, влажности и атмосферного давления, и выполнение процедуры взвешивания в течение достаточно длительного времени (по крайней мере, десятки минут). Представьте себе, что вы взвешиваете мокрое белье. Какая может быть точность, если его вес постоянно убывает!

А что же с нашим умирающим больным? Он судорожно дышит, выбрасывая при каждом выдохе хотя бы литр очень влажного воздуха. Совершает конвульсивные, порывистые движения. В момент смерти вследствие расслабления всех мышц совершает акты дефекации и мочеиспускания. Нужно не иметь ни малейшего представления о правилах точного взвешивания, чтобы говорить о достоверной потере веса в четыре грамма в момент смерти вследствие покидания тела душой (и чтобы верить этому).

Пойдем дальше. Появляется все больше сообщений о людях, живущих месяцами и годами без употребления воды и пищи. Обычно такой человек живет в Индии, на дереве, под наблюдением суесящихся внизу репортеров.

Не знаю как для других, но для автора этих строк подобные сообщения являются глумлением над памятью сотен тысяч погибших от голода в концлагерях и местах, пострадавших от засухи и неурожая. Получается, что если бы не были они такими дураками, то без труда пережили бы все эти беды.

Известно, что мозг человека при нормальном функционировании потребляет несколько десятков ватт энергии. Мозг йога в состоянии нирваны (состояние растения, когда ему не нужно да и не хочется заботиться ни о детях, ни о близких, когда наплевать на всех и вся) все равно нуждается в некотором минимальном

количестве энергии (на мысли о том, какой же я молодец). Приверженцы такого высокоинтеллектуального образа жизни утверждают, что для него вполне достаточно энергии, потребляемой из окружающего воздуха. Позволим себе с этим не согласиться.

Автор настоящих строк прежде всего тщательно обследовал бы дерево, на котором так уютно устроился наш подопечный. Нет ли в нем замаскированного дупла с запасами воды и пищи? Что скрывается в его густых ветвях выше места размещения фокусника? Нет ли возможности доставлять ему питье и пищу с соседних деревьев под покровом темноты южной ночи? Не могут ли листья, ветки, кора столь гостеприимного дерева, а также ползающие по нему и летающие там насекомые и птицы годиться в пищу или приносить ее (к примеру, почтовые голуби)? Европейец может и не подозревать, сколько высококалорийной и вполне усваиваемой местным населением пищи находится в месте обитания фокусника.

Человек не может жить без воды, но кто может поручиться, что на листьях дерева не отлагается в виде капель росы количество влаги, вполне достаточное для безбедного существования нашего подопечного? Отходы его жизнедеятельности, при наличии некоторых навыков, могут быть разделены на мелкие фрагменты и незаметно для наблюдателей опущены на их же любопытные головы.

Но это в Индии. А чем мы хуже? У нас на Алтае есть лама Итигелов, сидящий в позе лотоса в деревянном саркофаге уже восемьдесят лет и сохранившийся вполне приемлемо. Сел он на пост в 1927 г. в возрасте семидесяти пяти лет и долгие годы никак себя не проявлял, но в 2002 г., после извлечения саркофага на воздух, начал потеть. При наличии богатого выбора современных антиперспирантов это не страшно! Сейчас ему почти 160 лет. Служители культа периодически его обмывают и переодевают (предыдущие 70 лет в этом не было необходимости), не уставая поражаться фантастической жизнестойкости. Ученые теряются в догадках, не в силах объяснить его феномен. Сам бывший министр МВД Рашид Нургалиев, говорят, приезжал посмотреть на это чудо!

Уж если он приезжал, то очень жаль, что не применил забытые навыки следователя и дознавателя. Конечно, рискованно давать советы столь высокопоставленному чиновнику, но, наверное, ему не помешало бы поинтересоваться, а тот ли это человек, который принял позу лотоса восемьдесят лет назад? Не заменили

ли его дублером в 2002 г.? С чего это он вдруг не потел, не потел, а тут вдруг начал. Не требуется ли выполнить дактилоскопическую и генетическую экспертизы, чтобы убедиться, что нас не разыгрывают? Почему уже восемь лет как фотографировать его запрещено, хотя раньше никто этому не препятствовал? Вот сначала идентифицируйте уважаемого ламу, а уж потом требуйте от ученых объяснять его феномен или то, что от него останется.

Кстати об ученых! Тут один историк получил доступ к архивам КГБ бывшего СССР. Покопавшись в них немного, он сделал ошеломляющее открытие: оказывается, начиная примерно с 1948 и заканчивая 1953 г., нашей страной управлял не И.В. Сталин, а его двойник! Доказательства? Пожалуйста! В протоколе посмертного вскрытия вождя нет упоминаний о прижизненных телесных дефектах его левой руки и ноги. Да и на трибуне Мавзолея он последние годы стоял не в первом ряду, а предпочитал держаться на втором плане.

А откуда этот двойник взялся? Да просто И.В. Сталин в 1948 г. умер, а партийное руководство, опасаясь неадекватной реакции советского народа, скрыло от него этот факт, подобрало подходящего двойника, и он до марта 1953 г. потихоньку руководил страной.

Зная повадки и нравы как давно почивших, так и нынешних вершителей наших судеб, трудно представить себе что-нибудь более абсурдное. Особо наивным можем сообщить, что взаимоотношения на самом верху (по нашим догадкам) мало отличаются от дружбы пауков в стеклянной банке. Достаточно вспомнить, как развивались события после похорон «двойника» в 1953 г. Неужели тогдашние реальные претенденты на высший пост в государстве, такие, как Л.П. Берия, В.М. Молотов, Г.М. Маленков, Г.К. Жуков и Н.С. Хрущев, упустили бы подаренный им судьбой шанс и позволили бы стать у власти человеку, единственным достоинством которого являлось внешнее сходство с усопшим вождем?

Трудно предполагать, что упомянутый историк настолько глуп. Просто он избрал самый легкий способ обрести скандальную известность, раз уж нет других талантов.

Но это представитель гуманитарных наук. Там можно одни события замолчать, другие непропорционально выпятить и добиться признания коллег. Другое дело естественные науки. Там-то всегда можно «поверить алгеброй гармонию». Не тут то было!

Есть у нас доктор технических наук, профессор, военный летчик-испытатель первого класса Марина Попович. Всем из-

вестно, что она безоговорочно верит в летающие тарелки и даже написала о них книгу, за которую удостоилась премии имени М.В. Ломоносова. Не знаю, как он там, в гробу! У нас и не за такое премируют... Верить в летающие тарелки и представителей «высших цивилизаций», пристально наблюдающих за нами, сейчас также престижно и выгодно, как в бога или всех богов, вместе взятых.

Не так давно наше любимое РЕН ТВ показало некий фильм, в котором обсуждались подробности первой высадки американских астронавтов на Луну. Там сообщалось, что через несколько минут после начала прямой телетрансляции пребывания их на Луне передача прервалась помехами на две-три минуты, а потом возобновилась. Вроде бы ничего необычного в такой неполадке нет – мы видим множество земных передач с различными помехами и не слишком обращаем на это внимание. Однако оказывается, все не так просто!

Как сообщают нам журналисты с РЕН ТВ, один из участников полета Эдвин Олдрин через тридцать лет после этого события сообщил прессе о том, что передача с Луны была специально прервана руководителями полета по причине появления в месте посадки огромных светящихся шаров с признаками высокого интеллекта. Руководители полета, конечно же, мгновенно перекрыли трансляцию помехами, чтобы не вызывать паники у мировой общественности. А после исчезновения столь яркого и потрясающего феномена (через две-три минуты) трансляцию возобновили и дальше уже не прерывали.

Складывается впечатление, что сказочники с РЕН ТВ оценивают интеллект наших телезрителей еще ниже своего (существуют же отрицательные числа). В самом деле! Как во время **прямой трансляции** мгновенно оценить вред для человечества созерцания интеллектуальных шаров и включить генератор помех **до того**, как шокирующая картинка появится на экране? Даже прославленные советские цензоры вряд ли обладали столь молниеносной реакцией! А что дальше? А дальше в течение двух минут руководители полета твердо убедились в исчезновении светящихся шаров навсегда и совершенно беззаботно возобновили триумфальную трансляцию.

А герои космоса – участники высадки? Похоже, что они не заметили никаких братьев по разуму и плавно продолжали свой репортаж, прерванный на две минуты, даже не изменив первоначальной интонации. Здесь мы можем поклоняться не только

перед их героизмом, но и перед их фантастической невозмутимостью и умением мгновенно сообразить, что говорить о необычайных событиях двухминутной давности можно будет только через тридцать лет, а не сейчас, по горячим следам!

Но вернемся к Марине Лаврентьевне. В одном из своих многочисленных интервью она на полном серьезе пересказывала известную сказку о планете – двойнике Земли. Планета эта вращается вокруг Солнца по земной орбите, но со сдвигом по фазе на полоборота. Между Землей и этой загадочной планетой всегда находится Солнце, что не дает нам возможности не только ее разглядеть, но и вообще догадаться об ее существовании. Ну, не всем конечно! Наряду с твердолобыми академиками, цепляющимися за устаревшие догмы астрономии и небесной механики, есть настоящие специалисты – астрологи и эзотерики. Они-то уже давно установили наличие такой планеты и убедили в этом Марину Лаврентьевну.

Нам известно, что до того, как стать профессором и доктором технических наук, Марина Попович проходила подготовку в отряде космонавтов. Возможно, она пропустила часть занятий или чем-то на них отвлеклась. Там ей должны были объяснить, что для обнаружения планеты – двойника нашей Земли – вовсе не обязательно ее видеть. Законы небесной механики столь строги и неумолимы, что наличие такой невидимой планеты обязательно проявилось бы в особенностях движения остальных планет солнечной системы. Ведь еще в 1845 г. французский астроном Леверье предсказал, а годом позже его немецкий коллега Галле обнаружил существование за орбитой планеты Уран неизвестной ранее планеты, названной впоследствии Нептуном. Так что официальные астрономы давно уже обнаружили бы и придумали название двойнику планеты Земля, существуй он на самом деле.

А вот есть еще в Новосибирске профессор, доктор геолого-минералогических наук Дмитриев Алексей Николаевич. Очень интересный человек. Еще когда началась в нашей стране перестройка, он привлек к себе внимание общественности, утверждая, что Тунгусский феномен представлял из себя сгусток озона, посланный Солнцем для латания озоновой дыры над Антарктидой. Оказывается, такая дыра зародилась еще в начале XX в. и Солнце, в своей безграничной доброте и заботе о благе Человечества, направило к Земле изрядную порцию озона. По непонятной пока причине (возможно, из-за сбоя компьютера), оно промахнулось, и заряд угодил в район Подкаменной Тунгуски с

известными последствиями. Очень жаль, что исследователи Тунгусского феномена проигнорировали столь интересную гипотезу А.Н. Дмитриева.

Но он продолжает радовать нас все новыми интересными идеями. Например, не так давно, рассказывая об экспедиции по наблюдению солнечного затмения, он сообщил, что в момент затмения Луной Солнца все комары в округе попадали на землю из-за резкого изменения гравитационного поля. К сожалению, ученый не сообщил, не упал ли и он сам в этот момент и не ударился ли при этом чем-нибудь. Нам же остается только радоваться, что в результате затмения не рухнул ни один самолет и ни один поезд не сошел с рельсов. Да и спутники чудом удержались на орбитах. Видимо, там с гравитацией все было в порядке! Нынче же неутомимый ученый рассказывает нам о способностях древних курганов «проводить магнитную энергию во времени».

Что-то у нас неладно с присуждением ученых степеней и званий!<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> А откуда ж быть ладу в этом деле, если и диссертацию, и статью можно купить близ метро по сходной цене? Обещают не только написание, но и помощь в защите – а разве это не уголовщина: «*Стоимость докторской диссертации на заказ (написание) – от 350 000 рублей (от 6 месяцев). Стоимость докторской диссертации под ключ (докторская диссертация с помощью в защите) – от 500 000 рублей (от 1 года)*». Либо ВАК, либо соответствующие Ученые советы – особенно те, в которых оказывают «помощь в защите!», – надо срочно распустить, а фигурантов – разжаловать навсегда... См. сайт <http://www.аспирантура.рф/dissertacii> (Примеч. редколлегии).

# О возможных соударениях астероидов с Землей<sup>1</sup>

*Л.Л. Соколов, Г.А. Кутеева*

## Введение

Сегодня общепризнана актуальность проблемы астероидно-кометной опасности (или безопасности). Обсуждение ее ведется не только в научных трудах, но и в правительствах ведущих стран, ООН, а также в средствах массовой информации.

Известный «Тунгусский метеорит» упал в 1908 г., к счастью, в глухую тайгу, площадь поражения 2 тыс кв. км. Метеориты таких размеров (60 метров в диаметре) сталкиваются с Землей в среднем раз в несколько сот лет. Километровые астероиды, представляющие более серьезную опасность, сталкиваются с Землей примерно раз в миллион лет, десятикилометровые – раз в сто миллионов лет. Последнее ведет, вообще говоря, к глобальной катастрофе, полной перестройке биосферы Земли. Психологически нелегко адекватно оценить степень угрозы крайне маловероятного события с такими сокрушительными последствиями. Это без преувеличения конец света, и у нас есть возможность его предотвратить. Можно ли сказать, что финансовая цена вопроса неадекватно высока и экономить на этом деньги? К тому же, история прошедшего века свидетельствует, что государства не жалели средств на орудия массового уничтожения, но научные исследования, проводимые на эти средства, приводили к прогрессу человечества, а не к его уничтожению.

Актуальность проблемы астероидно-кометной безопасности в настоящее время связана, с одной стороны, с осознанием и лучшим пониманием проблемы, чему способствовало развитие техники астрономических наблюдений, с другой – с появляющимися возможностями противодействия угрозе, связанными с прогрессом космической техники.

Проблема астероидно-кометной безопасности комплексная, междисциплинарная. Она включает в себя, в частности, следующие

---

<sup>1</sup> Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ 11-02-00232а, Программы проведения фундаментальных исследований СПбГУ по приоритетным направлениям (грант 6.37.110.2011).

щие астрономические составляющие: открытие новых потенциально опасных астероидов и наблюдения потенциально опасных астероидов, определение и уточнение их орбит по наблюдениям, прогнозирование траекторий, выделение траекторий возможных соударений и исследование их характеристик. Ниже мы обсудим подробнее последнюю задачу, относящуюся к небесной механике.

Общий обзор проблемы астероидно-кометной безопасности и ее современного состояния содержится, например, в монографии [3]. Необходимы, в частности, дальнейшие исследования возможных последствий соударений; разработка космических средств предотвращения соударений и соответствующих проектов. Для астероидов размером с Тунгусский метеорит и менее, видимо, достаточно мероприятий по линии МЧС (эвакуация населения и т.п.), планы таких мероприятий должны быть разработаны.

Исследования по проблеме астероидно-кометной безопасности ведутся учеными во всем мире, однако лидерами сейчас являются исследователи США, где эти работы лучше всего финансируются – на государственном уровне. Основные работы проводятся под эгидой НАСА по поручению Конгресса США.

С учетом катастрофических последствий соударений с массивными астероидами задачу поиска возможных соударений нужно решать в полном объеме и заблаговременно, для того, чтобы в случае необходимости можно было своевременно принять меры противодействия. Очевидно, что выделение опасных траекторий – первый необходимый (и сравнительно дешевый) этап работ по предотвращению последствий столкновений астероидов с Землей.

Орбиты опасных астероидов, получаемые по результатам наблюдений, а также характеристики возможных соударений с Землей приведены, в частности, на регулярно обновляемом сайте <http://neo.jpl.nasa.gov/risk/> (ниже – сайт НАСА). Этот сайт регулярно пополняется вновь открытыми опасными объектами, их орбиты уточняются по мере поступления новых наблюдений. Однако на сайте НАСА приведены не все возможные соударения, а только некоторые из числа наиболее опасных.

### **Выделение траекторий возможных соударений**

Прогнозирование движения небесных тел с известными начальными данными (или элементами орбиты), включая выделение соударений – стандартная задача небесной механики. Сегодня

она обычно успешно решается различными методами численного интегрирования уравнений движения.

Однако в небесной механике и в классической задаче  $N$  тел встречаются сложные случаи, когда прогнозирование такого рода затруднено или вообще невозможно, практически отсутствует детерминизм, а имеет место «детерминированный хаос». Большой вклад в исследование сложных движений классической задачи  $N$  тел внес в середине XX в. московский математик Владимир Михайлович Алексеев. Им была разработана концепция «квази-случайных движений».

Аналогичная трудность принципиального характера встречается при прогнозировании движения опасных астероидов. Она связана с потерей точности при тесных сближениях астероидов с Землей. Эта потеря может составлять 2–4 значащих цифры за одно сближение. В результате после двух сближений движение становится практически недетерминированным. Теоретически траектории – решения дифференциальных уравнений – полностью детерминированы, однако предполагается абсолютно точное знание начальных условий. Реально же известна трубка возможных траекторий, после сближения происходит рассеяние этих траекторий, расширение трубки возможных траекторий.

Для любого возможного соударения астероида с Землей, как правило, возможны также их тесные сближения, в том числе с переходом на резонансные орбиты под действием притяжения Земли, с последующими сближениями (или резонансными возвратами) и соударениями. Причина в том, что трубка возможных траекторий существенно шире, чем размеры Земли (иначе о соударении было бы достоверно известно, произойдет ли оно). В результате множество интересующих нас возможных траекторий недетерминировано, оно может быть описано графом типа дерева, а для множества возможных соударений возникает структура фрактального типа. Последующие возможные соударения имеют существенно меньшую вероятность, чем предыдущие. Исчерпывающий список их на не малом интервале времени получить очень сложно.

Может быть полезна аппроксимация траекторий сближения методом точечных гравитационных сфер (ТГС), как для получения обозримой картины в целом, так и в качестве начального приближения. Приближение ТГС состоит в том, что взаимодействие астероида с планетой сводится к мгновенному повороту вектора планетоцентрической скорости «в момент соударения» на неко-

торый угол, модуль планетоцентрической скорости сохраняется. Тем самым сложная задача трех тел сводится к комбинации простых задач двух тел; подробнее см., напр., [1].

Метод ТГС позволяет просто получить множество резонансных возвратов в первом приближении. Для того чтобы выяснить, на какое расстояние произойдет новое сближение и возможно ли соударение, нужно решать неупрощенную задачу, численно интегрировать уравнения движения. Для этого мы используем интегратор Эверхарта, стандартную модель движения планет DE405 (а также другие аналогичные модели для сравнения).

Поиск траекторий соударения фактически сводится к варьированию начальных данных в допустимой области. Важным обстоятельством, упрощающим поиск, является то, что достаточно варьировать на 1-мерном, а не на 6-мерном многообразии (среднее движение, большая полуось и т.п.), по крайней мере для рассматриваемых нами астероидов. Можно рассматривать это утверждение как результат численных экспериментов.

Для того чтобы преодолеть трудность, связанную с потерей точности, мы используем перенос области начальных данных вперед вдоль траекторий (за 2029 год для астероида Апофис). Подробнее методика поиска соударений описана в [1].

Каждое найденное семейство траекторий соударения характеризуется своими расположением и размерами. Расположение соударения задается сдвигом большой полуоси от значения, ведущего к «основному» соударению, в окрестности которого происходит рассеяние траекторий (для Апофиса это, как правило, соударение в 2036 году). Размеры семейства (трубки) траекторий можно задать диапазоном начальных (или промежуточных) больших полуосей в трубке, либо диапазоном минимальных расстояний в трубке при «основном» сближении. Оба способа задания размеров дают согласованные результаты, что косвенно свидетельствует об их правильности.

### **Соударения астероидов Апофис, 2007 VK184, 2011 AG5**

Апофис, хоть и не самый опасный на сегодня, но очень интересный АСЗ, из-за установленного сближения в 2029 г. и последующего рассеяния возможных траекторий со множеством опасных альтернатив.

Астероид Апофис был открыт летом 2004 г. в обсерватории Китт Пик (США). Сразу обратила на себя внимание возможность соударения с Землей 13 апреля 2029 г. По мере уточнения орбиты вероятность этого соударения вначале возрастала, а затем

стала резко убывать, как это обычно бывает у вновь открытых объектов. Максимальная вероятность в конце 2004 г. составляла примерно три процента, что является своеобразным рекордом. Следует учесть, что тогда диаметр его оценивался числом около 400 метров (сейчас – 270 метров). После проведения радарных наблюдений в начале 2005 г. стало ясно, что 13 апреля 2029 г. будет иметь место не соударение, а сближение на расстояние 36–39 тысяч километров. Однако это сближение вызывает рассеяние возможных траекторий (расширение трубки траекторий, потерю точности прогнозирования). В частности, в результате «гравитационного маневра» в 2029 г. возможен переход на различные резонансные орбиты с последующими тесными сближениями или соударениями с Землей (резонансными возвратами). По мере уточнения орбиты исходная трубка траекторий сужается и довольно быстро самым опасным стало возможное соударение Апофиса с Землей 13 апреля 2036 г. Если в 2036 г. будет иметь место не соударение, а сближение, после одного из резонансных возвратов возможны другие сближения или даже соударения [1].

Необходимо подчеркнуть, что трудность прогнозирования движения Апофиса связана также с невозможностью наблюдать его с поверхности Земли в настоящее время и уточнять орбиту. Однако очень скоро, видимо, уже в этом году, наблюдения позволят практически полностью исключить возможность множества обсуждаемых нами соударений.

В работе [2] приводятся характеристики траекторий 67 возможных соударений с Землей астероида Апофис в текущем столетии, связанных с «гравитационным маневром» в 2036 г.: минимальное геоцентрическое расстояние при соударении, минимальное геоцентрическое расстояние в 2036 г., положение «щели» относительно «щели» 2036 г. (сдвиг начальной полуоси).

Вблизи номинальной траектории Апофиса существует тесное сближение с Землей в 2051 г. вместе с множеством резонансных возвратов после этого сближения, включая соударения после 2051 г. [4]. Нам известно сегодня 24 таких соударения в текущем столетии вместе с их характеристиками. Всего их, конечно, гораздо больше, как вблизи номинальной орбиты (рассеяние возможных траекторий в 2051 г.), так и после рассеяния в 2036 г. Согласно предварительным результатам, полученным в лаборатории небесной механики и звездной динамики СПбГУ, их значительно больше сотни.

В работах представителей НАСА [4], [5] представлена небольшая часть возможных соударений, включая самые опасные. Так, «вблизи номинала» после сближения в 2051 г. указано четыре соударения [4], а после сближения в 2036 г. – 12 соударений [5]. Интересно, что вероятности соударения в 2036 г. и в 2068 г. после сближения в 2051 г. одного порядка  $10^{-6}$ . В первом случае – широкая «щель» вдали от номинальной орбиты, во втором, наоборот, узкая «щель» вблизи номинальной орбиты.

Укажем еще на огромное число тесных сближений, связанных с резонансными возвратами, отмечаемое как в работах коллег из НАСА, так и в [1], [2]. Сближений в несколько раз больше, чем соударений.

Траектории со сближениями очень неустойчивы; так, изменение минимального геоцентрического расстояния Апофиса в 2029 году на 1 км ведет к изменению минимального геоцентрического расстояния Апофиса в 2036 г. на 30 тыс. км. Возникает поэтому вопрос о надежности характеристик найденных траекторий соударений.

В этом смысле исключительно важно совпадение характеристик соударений, найденных нами и приведенных в цитированных выше работах коллег из НАСА. Соударения и их характеристики получены независимо, с использованием различных моделей движения, интеграторов и программ.

Кроме того, было проведено исследование зависимости характеристик найденных соударений (минимальное геоцентрическое расстояние при соударении, относительное положение и размер «щели») от используемой модели движения [2]. Оказалось, что указанные характеристики соударений практически устойчивы. Это позволяет нам относиться с доверием к аналогичным результатам, получаемым для других опасных астероидов.

На сегодня по формальным показателям (по шкале Палермо) самыми опасными являются астероиды 2007 VK184 и 2011 AG5. Их размеры примерно вдвое меньше, чем Апофиса, однако вероятность соударения примерно на два десятичных порядка выше – в 2048 г. и в 2040 г. соответственно. На сайте НАСА указаны еще по три возможных соударения для этих астероидов после рассеяния в 2048 и 2040 гг., наиболее вероятные. На самом деле, как и в случае с Апофисом, возможных соударений гораздо больше. Мы пока исследовали девять соударений для 2007 VK184 и одиннадцать соударений для 2011 AG5.

## Заключение

Каждое тесное сближение астероида с планетой порождает вторичные сближения (резонансные возвраты), включая соударения. Получается множество с очень сложной структурой фрактального типа; оно заслуживает более подробного исследования.

Возможные соударения сохраняются при «малых шевелениях» динамической системы (малых изменениях действующих сил, использовании других интеграторов и т.п.).

Актуальна задача исследования резонансных возвратов для других опасных АСЗ.

При разработке методов предотвращения соударений астероидов с Землей следует учитывать сложную структуру множества возможных соударений, связанную с резонансными возвратами. Иначе, изменяя траекторию астероида и избегая одного соударения, мы можем попасть на другое соударение, очень близко расположенное.

Очень скоро начнутся астрономические наблюдения астероида Апофис, которые позволят уточнить его орбиту и, скорее всего, закрыть вопрос о реальной возможности соударения с Землей в обозримой перспективе. Однако те, кто регулярно заходит на сайт НАСА, видят, что регулярно происходит открытие новых потенциально опасных астероидов размером более полукилометра, для которых возможно столкновение с Землей, последствия которого трудно себе представить. Однако довольно быстро уточнение орбиты по наблюдениям позволяет практически исключить возможность столкновения, – в очередной раз астероид пролетит мимо, к счастью для нас.

## Литература

1. Соколов Л.Л., Башаков А.А., Питьев Н.П. Особенности движения астероида 99942 Aporhis // Астрон. вестн. 2008. Т. 42. № 1. С. 20–29.
2. Соколов Л.Л., Башаков А.А., Борисова Т.П., Петров Н.А. и др. Траектории соударения астероида Апофис с Землей в XXI веке // Астрон. вестн. 2012. Т. 46. № 4. С. 311–320.
3. Шустов Б.М., Рыхлова Л.В. Астероидная опасность: вчера, сегодня, завтра. М.: Физматлит, 2010.
4. Chesley Steven R. Asteroid Impact Hazard Assessment With Yarkovsky Effect. IAA Planetary Defense Conference. Bucharest. 9–12 May 2011.
5. Yeomans D.K. et al. Deflecting a Hazardous Near-Earth Object 1 IAA Planetary Defense Conference: Protecting Earth from Asteroids. Granada. 27–30 April 2009.

## Аномальные явления в НИИ нормальной физиологии РАМН

Б.Б. Жуков

Во времена моей студенческой молодости у нас на факультете ходила байка про одного очень заслуженного генетика. Будто бы ему доложили, что в теплицах возглавляемого им института вырос соленый огурец. И он, не глянув на уникальное растение, тут же набросал тезисы статьи об открытии гена солености. Но, дескать, члены редколлегии журнала, куда доверчивый корифей послал эту статью, пощадили его седины: статью тихо вернули автору, напомнив ему заодно о существовании такого феномена, как первоапрельские розыгрыши.

Мы искренне смеялись над этой историей: мол, конечно, выдумка, но злая и меткая – почтенный академик с годами и правда стал склонен к поспешному и довольно сомнительному теоретизированию. И никому из нас в голову не приходило, что не за горами время, когда отечественные научные журналы будут публиковать результаты, по сравнению с которыми огурец, соленый от рождения, – просто пример бескрылого эмпиризма в купе с мелкотемьем.

Сегодня мы уже повидали всякое: и торжественную установку на борту российского спутника устройства, принцип действия которого прямо противоречит одному из основных законов механики, и принудительные проверки студентов ведущего технического вуза страны прибором, улавливающим «энергоинформационные следы» воздействия наркотиков в концентрации  $10^{-60}$ , и члена-корреспондента Российской академии наук, на полном серьезе вычисляющего, в какой мере тот или иной вид растений участвовал в грехопадении Адама и Евы и потому подлежит ли он охране. Казалось бы, уже все запасы удивления (как и стыда за отечественную науку) исчерпаны.

Но не скудеет талантами родная земля.

*«Крыс-самцов Вистар обучали находить скрытую под водой платформу в водном лабиринте Морриса, после чего их умерщвляли, в то время как в том же помещении происходило спаривание интактных животных. Потомство животных, спаривавшихся во время умерщвления обученных и необученных самцов, оценивали по способности к обучению в лабиринте Морриса. Результа-*

ты свидетельствуют о том, что самки крыс, зачатые в момент смерти обученных самцов, достоверно быстрее достигали подводящей платформы. Причем ускорение в обучении наблюдалось не сразу, а после определенного напоминания – на 3-е и 4-е сутки обучения. У самцов картина была более смазана и лишь у взрослых животных, зачатых в момент смерти обученных крыс, к концу обучения наблюдалось его ускорение. В остальное время наблюдалась стойкая тенденция к ухудшению их способности к обучению. Результаты исследования свидетельствуют о возможности бесконтактной передачи информации о предшествующем обучении от умирающего организма к зарождающемуся, не имеющему в это время никаких органов восприятия известных типов информации».

Это – абстракт (или, по-старому говоря, резюме) статьи с интригующим названием «Бесконтактная передача приобретенной информации от умирающего субъекта к зарождающемуся. Экспериментальное исследование на крысах». Статья напечатана в журнале «Бюллетень экспериментальной биологии и медицины» (2012. Т. 153. N 6. С. 788–790), издаваемом Российской академией медицинских наук и входящем в список ВАК. Авторы – С.К. Судаков, Г.А. Назарова, Е.В. Алексева. Работа выполнена в НИИ нормальной физиологии РАМН имени П.К. Анохина, директором которого является первый из авторов статьи – член-корреспондент РАМН, доктор медицинских наук, профессор Сергей Константинович Судаков.

Первой мыслью было, что уважаемого директора просто разыграли, каким-то образом соблазнив его подписать заведомую ахиною, ну как в той истории с маститым генетиком и соленым огурцом. Но нет: e-мейл профессора Судакова указан в статье в качестве адреса для корреспонденции – т.е. именно он берет на себя ответственность за данную работу. А судя по ссылкам в самой статье, тема передачи информации между живыми организмами без помощи материальных носителей успешно разрабатывается в институте уже более четверти века. Просто до сих пор никто как-то не обращал внимания на сенсационные открытия российских ученых. Равно как и не вдумывался в истинный смысл русского фразеологизма «усвоить намертво».

Между тем обнаруженный эффект требует дальнейших исследований. Так, например, согласно тексту статьи, синхронизация момента зачатия получателя передаваемой информации с моментом прекращения жизнедеятельности ее отправителя была весьма

приблизительной: за 15 минут до декапитации обученной крысы в клетку над ней помещали самку в состоянии эструса и самца, готового удовлетворить ее желания. Однако даже при этом трудно точно установить момент, когда именно происходит проникание в яйцеклетку. Коль скоро эффект все-таки наблюдался – не следует ли из этого, что душа... т.е., виноват, информация в течение какого-то времени витает над обезглавленным крысиным тельцем и может быть уловлена оплодотворенной яйцеклеткой? Каково направление ее полета – обязательно ли она распространяется именно вверх и нуждается ли в отверстиях между клетками, о которых не забыли упомянуть экспериментаторы? Каков радиус действия эффекта? Переселяется ли высвободившаяся ду... т.е. информация строго в одно новое тело или же она может быть тиражирована? И если последнее предположение верно, то нельзя ли – пусть не сейчас, но хотя бы в обозримом будущем – применить открытый эффект на практике? Скажем, вместо долгого и малоэффективного обучения детей в школах просто устраивать массовые... гм, как бы это назвать?... попытки оплодотворения над помещением, где в это время будут обезглавливать какого-нибудь выдающегося ученого? Ну, например... впрочем, не будем переходить на личности.

Но я уже слышу возмущенные голоса: какое право вы имеете издеваться над уважаемыми исследователями, чей профессионализм подтвержден и учеными степенями и званиями, и занимаемыми должностями, и, наконец, тем, что их работа напечатана в солидном научном журнале?! Вы что – поймали их за руку на фальсификациях? Или повторили их эксперименты и получили радикально другие результаты? Или просто открытые ими новые факты не соответствуют вашим замшелым теориям?

Признаюсь честно: не будучи крысой, зачатой в момент проведения экспериментов профессора Судакова, я не знаю, какие именно факторы обеспечили их сенсационный результат. И, откровенно говоря, сильно сомневаюсь, что кто-то (кроме, конечно, самого Судакова и его сотрудников) будет повторять эти эксперименты. Однако даже просто чтение статьи дает немало оснований для сомнений. Как следует из ее текста, вся экспериментальная группа крыс (т.е. та, у которой мог проявиться искомый эффект) состояла всего из 18 особей – 9 самцов и 9 самок. При этом эффект для животных разного пола получился разнонаправленный: «достоверное» ускорение обучения зафиксировано только для самок. И не в целом за весь период обучения, а только на 3-й

и 4-й дни. Причем авторы даже не пытаются обсуждать, почему некротелепатема от обученных крыс начинала действовать с таким запаздыванием и почему на самцов она оказывала обратное действие, ухудшая их показатели.

Все это упорно наводит на мысль, что полученные первичные результаты крутили так и этак, группировали то одним, то другим образом – пока в каком-то раскладе у *части* экспериментальной группы в *части* тестов не вылезла заветная «статистическая достоверность» (порог которой, кстати, не указан, так что резонно предполагать, что речь идет о минимальном пороге –  $p < 0,05$ ). После чего, не проводя новых серий экспериментов (или их провели, но их результаты ни при какой «обработке» не желали подтверждать нужную гипотезу?), немедленно кинулись писать статью. Очень хочется верить, что хотя бы значения критерия Стьюдента посчитали правильно.

В общем, какие уж там «чрезвычайные доказательства» (которых, по справедливому замечанию Карла Сагана, требуют чрезвычайные утверждения)! Тут не пахнет даже обычной добросовестностью экспериментатора. В хорошем вузе курсовая с такой экспериментальной частью выше тройки не получит, а ее автор на защите будет смущенно лепетать, что к тому моменту, как он освоил методику, у него уже оставалось время лишь на одну серию опытов...

И последнее – а куда же смотрела редакция журнала, где были рецензенты? Впрочем, желание задавать такие вопросы сразу же пропадает, если вспомнить, что совсем недавно тот же «Бюллетень экспериментальной биологии и медицины» опубликовал очередной труд П.П. Гаряева с соавторами по «волновому геному». После этого, конечно, отказ журнала публиковать любой другой текст – будь это хоть надпись на заборе – будет вопиющим произволом и дискриминацией.

## Судебная экспертиза при изобличении мошенников-«экстрасенсов»

*Н.Н. Кутаев, В.Н. Кутаева*

Известно, что тяга к мистике, склонность к предрассудкам свойственны человеческой психике [9, 121]. Это особенно проявилось в России после распада СССР, когда для многих граждан наступило суровое время неуверенности в завтрашнем дне. Академик Э.П. Кругляков, возглавляющий в РАН Комиссию по борьбе с лженаукой и фальсификацией научных исследований, отмечает: «С первых дней существования нового Российского государства в СМИ во всевозрастающих масштабах процветает антинаучная пропаганда всяческого шарлатанства: астрологии, белой и черной магии, оккультизма прочей мистики. Голоса ученых в СМИ неизменно оказываются слабее» [4, 38–39].

Адвокат А. Куприянов утверждает, что правоохранные органы фактически давно признают существование сверхъестественных сил: «Практически все рекламные издания печатают объявления магов, колдунов... Все услуги платные. Если это сплошь обманщики, то милиция должна ежедневно возбуждать десятки дел о мошенничестве.

В противном случае признается, что данная категория «предпринимателей» деньги получает не зря. Получает за «работу»... Милиция и прокуратура оказались бессильны перед разгулом бесовщины в России...» [5, 74].

На самом деле такое бессилие обусловлено ординарным неумением и нежеланием расследовать уголовные дела по данному виду мошенничества. В случае, когда действия «колдуна» приобретают широкий общественный резонанс негативного характера, следственные органы способны вполне успешно доказать вину мошенника, именующего себя «магом», а суд – вынести обоснованный обвинительный приговор.

В качестве примера можно привести уголовное дело «колдуньи Валентины», являвшейся владелицей ООО «Марчи» и «Алистер Сантерас», в которых функционировали «салоны магии». Валентина Лукьянова, позднее сменившая фамилию на Камальдинову (под которой ее осудили), с помощью средств массовой информации создала и распространила заведомо ложную рекла-

му на свои «услуги» оккультного характера. Она объявила себя «ясновидящей» и бралась успешно разыскивать исчезнувших людей, украденные автомобили, содействовать возврату долгов, «снимать порчу», диагностировать и лечить разные болезни. После возбуждения уголовного дела по ст. 159 УК РФ, обвиняемую Лукьянову-Камальдинову обследовала комиссия экспертов-психиатров, признав ее вменяемой<sup>1</sup>.

При этом подэкспертная цинично признавалась психиатрам в обмане «лохов», т.е. доверчивых людей. Подобные психиатрические экспертизы назначались лицам, объявлявшим себя «пророками», еще в XIX в. [1, 76–77]. Однако по делу была назначена еще комплексная экспертиза, порученная комиссии научно-практического Центра традиционной медицины и гомеопатии Министерства здравоохранения РФ. Эксперты должны были по заданию следователя определить: имеется ли у Лукьяновой-Камальдиновой «дар ясновидения»? Такового не обнаружилось, и 9 июня 2001 г. Зеленоградский окружной суд Московской области признал «колдунью Валентину» виновной в мошенничестве и заведомо ложной рекламе, осудив ее к 6 годам лишения свободы.

В данном случае, на наш взгляд, подобной экспертизы не требовалось. Экстрасенсорным (сверхчувственным) восприятием сторонники парапсихологии называют явления телепатии и ясновидения. Специалист мирового класса профессор. Ч. Хэнзел приводит такие определения:

1. Телепатия – восприятие одним лицом мыслей другого лица без какой-либо передачи их по сенсорным каналам.

2. Ясновидение – сведения о каком-либо объекте или событии, получаемые участия органов чувств [7, 6]. Он скептически отмечал: «Хотя затрачено много времени, сил и денег, до сих пор не получено ни одного приемлемого доказательства реального существования экстрасенсорного восприятия» [7, 295]. Аналогичный вывод следует из анализа трудов нынешних парапсихологов различных стран [6, 170–172]. В США существует «Образовательный Фонд Джеймса Рэнди», который объявил о выплате приза в один миллион долларов «любому человеку или группе людей, кто будет в состоянии продемонстрировать любое умение

<sup>1</sup> «Судебная экспертиза: российский и международный опыт». Материалы Международн. науч.-практ. конф. Волгоград: Волгоградская академия МВД России, 2012.

экстрасенсорного, паранормального или сверхъестественного качества в условиях лабораторного контроля» [2, 18]. За много лет существования фонда ни одного «экстрасенса» обнаружено не было – условие лабораторного контроля отпугивало мошенников, привыкших под видом «ясновидцев» обирать доверчивых людей. Поэтому совершенно ненаучным, безграмотным было постановление следователя о выявлении экспертным путем дара ясновидения» у Лукьяновой-Камальдиновой.

По уголовному делу Г.П. Грабового, обвиняемого по ч. 4 ст. 159 УК РФ, была проведена комплексная социально-психологическая экспертиза. Данный обвиняемый, объявив себя «ясновидящим», пророком», «исцелителем», обещал за деньги воскресить умерших. Его мошеннические действия были публично развенчаны академиком Э.П. Кругляковым [3, 4], но потребовались годы, чтобы Грабового привлекли к уголовной ответственности: мошенник пообещал воскресить детей, убитых террористами в Беслане, потребовав за каждого «воскрешенного» по 39 100 руб. Таганский районный суд Москвы 7 июля 2008 г. приговорил Г. Грабового за мошеннические действия к 11 годам лишения свободы.

При обосновании вины Грабового суд широко цитировал в приговоре заключение комплексной социально-психологической судебной экспертизы: «Учение Григория Грабового представляет собой комплекс специальных методик воздействия на психику и поведение человека и ориентировано на группу населения, испытывающую острое психическое неблагополучие в связи со смертью близких людей, больных тяжелыми заболеваниями, и лиц, находящихся в состоянии стресса или повышенной психологической уязвимости в связи с тяжелой жизненной ситуацией... В число методов, составляющих данную систему воздействия, входят: прямое и косвенное внушение; конверсия (методичное целенаправленное искажение) нормативных языковых понятий; методы, использующие и поддерживающие состояние психической травмы, вызывающие искажение в процессах мышления, восприятия и понимания; методы несанкционированного контроля сознания – воздействия на волевую сферу, сферу целеполагания и мотивации личности...» [8].

Иными словами, влияние «экстрасенса» Грабового на потерпевших, плативших ему, имело вполне материальные психологические объяснения, без всяких загадочных, необъяснимых факторов.

Вышеизложенное позволяет прийти к следующим выводам:

1. Постановка вопроса – обладает ли данное лицо экстрасенсорными способностями? – является некорректной, и установление данного обстоятельства не может быть предметом судебной экспертизы. Основанием для производства судебной экспертизы является потребность в специальных знаниях в науке, технике, искусстве или ремесле (ст. 9 ФЗ «О государственной судебно-экспертной деятельности в Российской Федерации» от 31 мая 2001 г. № 73-ФЗ). Изучением экстрасенсорных способностей (телепатия, ясновидение) не занимается ни одна из названных отраслей знания в РФ.

2. Следует рекомендовать назначать судебно-психиатрическую, судебно-психологическую или судебную психолого-психиатрическую экспертизы в процессе расследования уголовных дел о мошенниках-«экстрасенсах». Заключение судебно-психиатрической экспертизы позволит решить вопрос о возможности привлечения лица к уголовной ответственности по ст. 159 УК РФ. Заключение судебно-психологической или судебной психолого-психиатрической экспертизы поможет доказать наличие признаков субъективной стороны преступления, предусмотренного ст. 159 УК РФ.

## Литература

1. Архив психиатрии, неврологии и судебной психопатологии / Под ред. П.И. Ковалевского. Харьков, 1888. Т. XI. № 3.
2. В защиту науки. М., 2009. Вып. 5.
3. *Кругляков Э.П.* Почему опасна лженаука // Наука и жизнь. 2002. № 3. С. 3–8.
4. *Кругляков Э.П.* Современная лженаука – порождение невежества и коррупции // В защиту науки. М., 2009. Вып. 5. С. 37–45.
5. *Куприянов А.* «Темные силы» как субъект преступления // Рос. юстиция. 2001. № 8. С. 74–76.
6. *Леонтьев Д.А.* Самая обыкновенная парапсихология // Психологический журнал. 1995. № 1. С. 170–172.
7. *Хэнзел Ч.* Парапсихология. М., 1970.
8. Экспертное заключение содержится в томе № 3 настоящего уголовного дела на листах 210–275. (Примеч. авт.).
9. *Юдин В.В.* Вера в колдовство – проявление обывденного сознания молодежи // Социологические исследования. 2007. № 10. С. 121–126.

## Наукообразные медицинские сказки приносят доход

*Вл.В. Кочаровский*

Сказки, обогащенные научными понятиями и фактами, пользуются особой популярностью в среде лжеученых. Не те доброжелательные и познавательные сказки, которые, хотя и искажают научные представления о мире и человеке, но призваны помочь детям и взрослым овладеть этими представлениями. Речь идет о сказках, которыми сказители сознательно вводят читателя в заблуждение, рассчитывая на его слабые научные познания и преследуя свои корыстные цели.

Как средство безнаказанной рекламы жанр сказок в России получил особое распространение в области медицинских товаров и услуг. Под натиском псевдонаучных утверждений и обезоруживающих ссылок на авторитетных ученых, одурманенные завесой легковесных патентов и никем не подтвержденных исследований, опубликованных во второстепенных журналах, люди доверяются подобной рекламе и торопятся приобрести те или иные товары и услуги с надеждой на скорое избавление от своих недугов. К сожалению, зачастую оказывается, что в качестве лечебного устройства приобретена новомодная игрушка или многообещающие медицинские услуги представляют собой бесполезные процедуры – и это в лучшем случае, а в худшем случае в результате недобросовестной «помощи» у человека появляются новые недуги или усугубляются старые. Большую часть бизнесменов от медицины подобный результат не волнует. Им важны прибыль и уверенность в том, что за сказки о товарах и услугах их никто не привлечет к судебной ответственности: все издержки самолечения лежат на покупателях, которые добровольно поверили в сказки и расстались со своими деньгами.

Пример такого рода беззастенчивой рекламы дает ОАО «Редокс», выпустившее сказку доктора REDOX «Электрические витамины» (доступна в интернете на сайте [www.redox.ru](http://www.redox.ru)). В ней на «детском» уровне, с привлекательной иронией и стилизацией под старину рассказывается о явлении «животного электричества» и о связанных с ним полезных для здоровья привычках. Их в той или иной мере можно реализовать посредством продукции данной фирмы – акупунктурных игл, массажных и других приспособлений.

соблений, вырабатывающих так называемые электрические витамины. Вот как поясняет последний термин главный герой сказки «физик» Реди (с. 16): «Я обнаружил в литературе явление генерации человеком электрической энергии во время ходьбы босиком по траве. По сути, это и есть то самое животное электричество, своего рода электрические витамины. Если вместо травы использовать более колючий и более электропроводный материал, то ... токи будут больше. Сегодня, после 200 лет знакомства с электрическим током, понятно, что источником этой энергии является мембранный потенциал, рассчитываемый по уравнению Нернста». Дальнейшее изложение сопровождается символическими формулами, схемами и иллюстрациями, а также изречениями известных ученых прошлого, призванными заставить читателя запомнить пусть смутную, но «полезную» идею об электрических витаминах, а при случае – и попытаться реализовать ее для улучшения здоровья посредством продукции «Редокс».

Науки здесь нет никакой (если не говорить об элементах психологии внушения), а реклама оказывается беспроектной, тем более что, кроме интернета, она базируется на печатных изданиях, телевидении, радио и других СМИ. Приведем описание одного из запатентованных результатов с того же сайта: «В научной лаборатории Редокс обнаружен природный механизм противостояния Ньютону и, как следствие, изобретен способ защиты позвоночника от остеохондроза...: чем больше человек вырабатывает эти токи, называемые учеными «электрическими витаминами», тем чаще он потягивается, вытягивая позвоночник, защищая его и весь организм от старения. Сам способ невероятно простой – это привычка чистить зубы, стоя на колючем лежаке Доктора Редокс (патент РФ на изобретение № 2146122). Колючие электроды лежака посредством мембранного потенциала преобразуют силу тяжести в электрические витамины». Аналогичные электрические витамины предлагаются от морщин, от боли, вместо сигарет, вместо пирожка и т.д., причем использование околонушной терминологии отвлекает покупателя от выяснения реальных свойств предоставляемого товара.

В рекламе, передававшейся радиоканалом «Европа Плюс Нижний Новгород», утверждалось даже, что электрические витамины были одобрены академиком, нобелевским лауреатом Виталием Гинзбургом, а указанная сказка доктора Redox удостоена его премии. В нарушении п. 3 ст. 5 Федерального закона «О рекламе», подобное утверждение делалось без всяких оснований и без раз-

решения правообладателя – Н.И. Гинзбург, вдовы В.Л. Гинзбурга. Согласно сообщению Е.А. Андриюшина, председателя правления фонда «Успехи физики», основанного В.Л. Гинзбургом в 2004 г., этим фондом в 2006 г. в рамках проведенного конкурса научно-популярных публикаций была отмечена научно-популярная статья Бугрова С.Л. «Сказка физиков» о гальванических явлениях в живом организме. При этом не было никакой речи о медицинских методиках типа «электрических витаминов», поскольку сам этот художественно-маркетинговый термин не имеет никакого отношения к физической, биологической или медицинской науке.

Рекламируемые сотрудниками «Редокс» методики «электрических витаминов» не обоснованы надлежащими клиническими исследованиями в соответствии с международным стандартом “Good Clinical Practice”, результаты которых были бы опубликованы в рецензируемых научных медицинских журналах. На сайте [www.redox.ru](http://www.redox.ru) сообщается лишь о реферате выпускницы гимназии № 1 Бугровой Е.С. «Электрические витамины», занявшем 1-е место в конкурсе рефератов г. Нижнего Новгорода. Указанная работа была выполнена в загадочной «научной организации учащихся» под руководством учителя биологии, к.б.н. Лембик Ж.Л., генерального директора «Редокс» Бугрова С.Л. и зав. кафедрой физиологии НГМА, д.м.н. Мухиной И.В. Обсуждение электрических витаминов в связи с явлением животного электричества было инициировано сотрудниками «Редокс» и на уроках физики в некоторых школах г. Нижнего Новгорода, например, в школе № 40 (в 2011–2012 учебном году). Однако все это делается скорее в рекламных, чем в научно-образовательных целях, а школьный реферат, даже выполненный под руководством остепененных лиц, не может служить научной гарантией предлагаемых медицинских методик.

К счастью, полезность простых массажных устройств в наше время очевидна без научных доказательств, подобные товары безопасны, и многие люди, не особенно заботящиеся о соотношении цена/качество, вполне довольны покупками с эмблемой REDOX. Владельцы «Редокс» рассчитывают именно на таких покупателей и вводят их в заблуждение, приписывая товарам качества, которыми те не обладают, или характеризуя товары малосодержательными фразами, создающими иллюзию научности и полезности. Как можно отказаться, скажем, от массажного кольца на палец, если в кармане есть лишние деньги, а в голове вдруг возникло «скажочное» убеждение в том, что «разминка пальцев биотренажером

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ВИТАМИНЫ улучшает кровообращение и является приятной гимнастикой ТОКАМИ РЕДОКС, которые образуются за счет пьезоэлектрических свойств кожи и каталитической активности материала биотренажера». Однако имея в виду и других российских покупателей, хотелось бы, чтобы вместо сомнительных сказок описание товаров сопровождалось указанием их реальных физико-химических свойств и апробированных путей воздействия на различные системы человеческого организма.

Такое пожелание в своей статье «Большой обман за ваши деньги» в газете «Нижегородский рабочий» от 7 февраля 2012 г. высказала журналист Ирина Славина (Мурахтаева), начав экспертизу сказок об «электрических витаминах» и объективно обрисовав чудодейственные рекламу и товары компании «Редокс». В ответ последняя предъявила журналисту судебный иск на два миллиона рублей. В начале июля Нижегородский районный суд удовлетворил ходатайство «Редокс» о лингвистической экспертизе указанной газетной статьи, назначив очередное заседание на сентябрь, а потом отложив на неопределенный срок. Хочется надеяться, что суд отклонит претензии к журналисту, честно выполнившему свой долг по доведению жизненно важной информации до населения. (Открытое письмо в поддержку Ирины Сластиной, подписанное более 40 учеными и научными журналистами, см. в «Троицком варианте» онлайн <http://trv-science.ru/2012/05/17/otkrytoe-pismo-3/>.)

В рассмотренном примере научные изыскания фактически отсутствуют, ситуация в отношении лженауки вполне очевидна, а в поддержке деятельности журналиста общественностью не приходится сомневаться. Однако наукообразных сказок от медицины, позволяющих нажиться на нездоровье людей или находиться в плену праведных заблуждений, не чуждаются в России и многие научные работники, имеющие ученые степени, лаборатории, финансирование и публикующие работы, похожие на научные. Это явление обусловлено, в частности, катастрофическим падением уровня научно-технической экспертизы, широким распространением антинаучной информации в СМИ и фактической бездеятельностью государства в области научного просветительства и образования населения России. Данная проблема является предметом отдельной статьи, а анализ соответствующих научно-медицинских исследований нельзя ограничивать указанием на очевидные «сверхнаучные» перегибы, логические изъяны или экспериментальные недочеты, поскольку часть проведенных исследований может оказаться содержательной и важной для практической медицины.

## Беседа с академиком Б.Е. Чертоком

*Полет на Марс возможен,  
но не нужен*



***Борис Евсеевич Черток***

*(01.03.1912, Лодзь – 14.12.2011, Москва).*

*Выдающийся советский и российский ученый-конструктор,  
один из ближайших соратников С.П. Королева,  
академик РАН (2000), Герой Социалистического Труда (1961).*

**99-летний сподвижник Сергея Королева, классик космонавтики Борис Черток рассказал «Газете.Ру» о дне 12 апреля 1961 г., об освоении Марса, о строительстве базы на Луне и о том, что нужно России, чтобы удержаться в пятерке ведущих космических стран<sup>1</sup>.**

**– Как для вас прошел день 12 апреля 1961 года?**

– Всенародное ликование 12 апреля 1961 г. сравнивают по масштабности происходившего с Днем Победы 9 мая 1945 г.

---

<sup>1</sup> Газета.ru – 12.04.11 10:13 – [http://www.gazeta.ru/science/2011/04/12\\_a\\_3581957.shtml](http://www.gazeta.ru/science/2011/04/12_a_3581957.shtml)

Такое сравнение при внешнем сходстве мне представляется неправомерным. День Победы был неизбежным, долгожданным, запрограммированным самой историей праздником «со слезами на глазах» для всего народа. Официальное объявление об окончательной победе – о подписании акта о безоговорочной капитуляции Германии – послужило сигналом для открытого выражения восторгов и горя. Массовое торжество было исторически закономерным.

Подготовка полета человека в космос была засекречена, как и все наши космические программы. Сообщение о полете в космос никому неизвестного майора Гагарина для жителей Земли было полной неожиданностью и вызвало ликование во всем мире.

Москвичи вышли на улицы, заполнили Красную площадь, улыбались, несли самодельные плакаты: «Все в космос!»

Торжествовала вся страна! Полет первого человека в космос, успех советской науки и техники явились стимулом морального объединения всех слоев общества. «Хрущевская оттепель» уже шла на убыль, давало себя чувствовать идеологическое давление «холодной войны». Полет Гагарина снова вселил надежды на светлое будущее. Еще трудно было осознать, что конкретно дает полет человека в космос Отечеству и человечеству, но каждый гражданин Советского Союза почувствовал себя лично причастным к великому свершению: не американец или европеец, а наш, смоленский, трудами наших ученых и усилиями всего народа совершил этот подвиг.

Я не был в Москве ни 9 мая 1945 г., ни в дни триумфальной встречи Гагарина. В апреле 1961 г. после запуска Гагарина С.П. Королёв меня и своего первого заместителя Мишина оставил на площадке для подготовки очередной новой боевой ракеты Р9. «Холодная война» набирала обороты. Подробности о демонстрациях в Москве, приеме в Кремле и восторженных откликах мира мы узнавали из репортажей Левитана.

**– Какими виделись дальнейшие перспективы освоения космоса в 60–70-е годы? Насколько современное состояние отличается от прогнозов того времени?**

– Предсказать развитие науки и техники с большой достоверностью можно лишь на ближайшие 10–15 лет. Любое предсказание до известной степени предвзято и необъективно. Многие известные ученые допускали ошибки в прогнозах будущего науки и техники. Например, лорд Кельвин за 15 лет до полета братьев Райт заявил, что «создание летательных аппаратов тяжелее возду-

ха невозможно», и предположил, что скоро «будет доказано, что рентгеновские лучи – фикция». Эрнест Резерфорд, первый ученый, который расщепил атомное ядро, за 15 лет до взрыва первой атомной бомбы сказал: «Энергия, которая получается в результате ядерного распада, настолько незначительна, что любой, кто рассчитывает на получение дополнительного источника энергии от ядерной реакции, предается пустым мечтам». Практически такую же позицию занимал и великий Альберт Эйнштейн.

В 1965 г., после триумфальных полетов «Востоков» и «Восходов», Сергей Павлович Королев оставался великим трезвомыслящим главным конструктором. Но его до конца жизни не покидали чувства романтической увлеченности.

Не в шутку, а всерьез он говорил, что лет через десять-двадцать за выдающиеся заслуги трудящиеся будут летать в космос по профсоюзным путевкам.

В том же 1965 г. выдающийся конструктор ракет Вернер фон Браун в интервью заявил, что в недалеком будущем билет для путешествий на Луну будет стоить 5000 долларов. Никто из ученых не спорил с прогнозом Циолковского, который он сделал в начале XX в., что человечество не останется вечно в своей колыбели, на Земле, а расселится по всей Солнечной системе. Существует много интереснейших прогнозов и предложений, не потерявших своей актуальности и сейчас, но пока очень далеких от осуществления.

При разработке системы «Спейс-шаттл» ученые и экономисты считали, что использование опыта авиации позволит решить проблему многократности космических аппаратов и удешевит полеты в космос. Отметим, что во времена разрушительных и кризисных реформ 90-х годов наши российские государственные мужи не жалели денег на оплату консультаций «всемогущих» и «всепонимающих» американских экономистов, а в действительности малограмотных хапуг. Но в Москве была великая рыночная эйфория. Так вот, эти «многоопытные» американские экономисты, получив задание доказать преимущества многократности космических систем, подсчитали, что вывод в космос 1 кг полезного груза на «Спейс-шаттле» будет обходиться в первое время в 5000 долларов, затем в 1000 долларов и при более 100 полетах в год – 100 долларов. В действительности американцы в этом году прекратили эксплуатацию шаттлов. Реальная стоимость составляет от 15 до 20 тыс. долларов за 1 кг полезного груза, доставляемого шаттлами на МКС. Билет для полета не на Луну, а на

международную орбитальную станцию с помощью российского транспортного корабля «Союз» стоит не 5000 долларов, обещанные фон Брауном, а 30 миллионов долларов.

Для космонавтики начала XXI в. стоимость вывода 1 кг полезного груза (по беспилотным программам) составляет 20–25 тысяч долларов, на геостационарную орбиту соответственно 30–50 тыс. долларов. Я не могу прогнозировать существенное удешевление вывода в космос полезных грузов в ближайшие 50 лет. То, что мы называем «здоровым смыслом», позволяет утверждать, что предполагаемое Циолковским расселение человечества по Солнечной системе в XXI в. получит начало только в виде лунной базы.

### **– А какими темпами должно и будет развиваться освоение Луны человечеством?**

– Призыв к созданию лунной базы был продекларирован США еще в 1986 г. С тех пор прошло почти 25 лет, а строительство лунной базы еще не начиналось. Объявлено, что корабли для базы будут созданы до 2020 г. По моим личным оценкам, если США будут строить базы в одиночку, а они на это способны, то реально начало возможно в 2015 г. На создание постоянно действующей лунной базы со штатом в 8–12 человек потребуется 8–10 лет. В лучшем случае такая база начнет действовать в 2025 г.

Россия проектировала в прошлом веке строительство базы. Такое строительство не потребует каких-либо новых научных открытий: современной технике колонизация Луны вполне по силам. Но есть проблемы социально-политические, экономические и международные, с которыми столкнется любое государство, желающее иметь свою базу на Луне.

В связи с этим можно прогнозировать, что Россия самостоятельно в ближайшие 20 лет не способна создать свою базу.

Строительство лунной базы возможно, если это национальная многолетняя программа, по масштабам превосходящая превращение района Сочи в базу зимних Олимпийских игр и курорт не хуже Лазурного Берега. Вероятно, Китай создаст свою базу лет на пять раньше России. Четвертым колонизатором Луны будет Индия. Возможно (но маловероятно) объединение технических и экономических средств России с участием Европы для строительства международной лунной базы. Примером такого объединения сейчас является МКС. Но лунные базы, в отличие от МКС, могут иметь тройное назначение: научное, промышленно-технологическое и военно-стратегическое. Создать единую для Земли лунную

базу можно, только преодолев разделение мира на военно-политические группировки.

**– Для обывателей процесс освоения космоса в первую очередь связан с полетом человека на Марс. Как Вы считаете, есть ли смысл в подготовке экспедиции людей на Марс?**

– Мое твердое убеждение – пилотируемые полеты на Марс в XXI в. технически возможны, но не нужны. Амбициозная цель не оправдывает огромные затраты и риск. Зачем выкладывать не менее 300–500 млрд долларов, оплачивая труд сотен тысяч рабочих, инженеров, ученых, если на все интересующие землян вопросы способны ответить марсианские роботы, управляемые учеными с Земли? Марсоходы убедительно доказали, что жизни на поверхности Марса нет. До конца XXI в. на Марсе высадятся еще 8–10 марсоходов. Они не спеша исследуют атмосферу, динамику климата и грунт планеты.

Впрочем, есть фантастические проекты, доказывающие, что в экспедиции на Марс надо отправлять людей, причем не 6–12 человек, а тысячи мужчин и женщин. Так, вполне компетентные китайские ученые предлагают спасти китайскую цивилизацию (а цивилизация на Земле неизбежно или быстро деградирует или вообще погибнет, как динозавры, в результате изменения климата, войны или удара метеорита). До возможной гибели всего человечества Китай успеет создать на Марсе поселения численностью не менее 1000 человек. Они привезут с собой технологию и средства, необходимые в будущем для возвращения на Землю. Планета Марс не пригодна для длительной жизни людей. Но ничего более подходящего в пределах Солнечной системы нет. Надо переждать на Марсе. После восстановления на Земле приемлемых условий для жизни «марсианские китайцы» начнут возвращаться на Землю. Человечество начнет размножаться, но вся новая планета и новая цивилизация будут китайскими.

Американские, российские и всякие прочие проекты марсианских экспедиций по сравнению с этим китайским проектом представляются мелкими любительскими сотрясениями воздуха.

Вот только заселение китайской резервации на Марсе начнется, думаю, не раньше конца XXV в.

**– Как будет развиваться космическая программа в отдельных странах? Как долго США будут лидерами «космической гонки»? Выйдет ли Китай на лидирующие позиции? Каковы перспективы России в освоении космоса в ближайшие годы?**

– США, при всех своих внутренних проблемах, до 30-х годов XXI в. будут оставаться самой мощной державой мира в военном отношении и самой передовой в области науки и технологий. НАТО является надежным инструментом, позволяющим США использовать не только свой, но и европейский научно-технический потенциал. Космической стратегией на ближайшие 20–30 лет будут приоритеты по программам самого широкого спектра. За счет транспортных систем России и Европы будет поддерживаться работа МКС. Сама по себе МКС для США уже особого интереса не представляет. Через 10–15 лет, побив рекорд станции «Мир», МКС будет затоплена. Россия, Европа и Япония без поддержки США пока не способны обеспечивать работу МКС.

Для России будущие программы новых технологий ракетно-космической отрасли – проблемы не только научные и экономические.

В результате либеральных рыночных реформ российская оборонная промышленность лишилась многих тысяч квалифицированных рабочих и инженерных кадров. Зато мы обогатили профессиональными кадрами США и Европу. Режим «диктатуры» пролетариата в России более не возможен: эту диктатуру просто некому осуществлять. «Золотые руки» высококвалифицированных рабочих и светлые мозги инженеров-энтузиастов будут для России проблемой, которой нет в США.

Вместо знаменитого орбитального телескопа «Хаббл», который без профилактики с помощью «шаттлов» просуществует еще лет пять, на орбиту будет выведена новая обсерватория, «Джеймс Уэбб». Новые автоматические аппараты продолжат исследования и обогатят науку широким спектром новых открытий на планетах солнечной системы и прежде всего на спутниках Юпитера и Сатурна. Мощный научный аппарат NASA разрабатывает не только технику, но и стратегию будущего космонавтики. Увы, в России на государственном уровне нет аналогичного по интеллектуальному потенциалу аппарата. Американское агентство NASA облечено большими полномочиями. Все федеральные расходы на космонавтику, за исключением чисто военных, реализуются через или под контролем NASA. Годовой бюджет NASA в 2009 г. превышал космический бюджет России почти в 10 раз. При таких начальных условиях нет сомнений, что в ближайшие 10–15 лет в США будут созданы новый сверхтяжелый и пилотируемый корабль, хотя президент Обама и свернул лунную программу.

Что касается Китая, то эта страна в ближайшие 20–25 лет будет вкладывать огромные средства под лозунгом «догнать и перегнать Америку и Россию в области космонавтики». Коммунистический Китай строит социалистическое общество с «китайской спецификой». Китайским коммунистам удалось в короткий срок превратить отсталую аграрную страну с голодающим, полуграмотным, почти полуторамиллиардным населением в государство, овладевшее всеми видами современной технологии и массовым производством конкурентоспособных товаров – от кроссовок до самых современных компьютеров. Главная стратегическая задача Китая – создать общество на базе «экономики знаний». Экономические и технологические задачи в последние 15 лет решались Китаем в масштабах и в сроки, недоступные другим государствам, – Китай будет второй державой, способной осуществить реальное «господство в космосе». Одним из решающих факторов, гарантирующих феноменальные успехи Китая, является идеологическое, политическое единство и не риторический, а подлинный энтузиазм в овладении знаниями и высокими технологиями.

Зайдите в любой российский салон-магазин современной электроники. Широчайший ассортимент на любой вкус и на любой карман. Но ни одного, даже простейшего, электронного прибора «Сделано в России» не найдете: 90 процентов «сделано в Китае». Китайская стратегия создания передовых технологий является надежным плацдармом для реализации в будущем принципа «господства в космосе». Россия пока не имеет стратегии развития, объединяющей общество.

За 15 лет криминальных реформ под лозунгом всеобщего свободного рынка в России была разрушена оборонная промышленность, машиностроение, сельское хозяйство, дезорганизована армия. Все основное жизнеобеспечение основано на продаже природных богатств, прежде всего нефти, газа, леса. На сырьевых сверхдоходах возникла новая «элита» – класс сверхбогачей и махровый коррумпированный чиновничий аппарат. Зачем этой элите заботы о развитии отечественной космонавтики?

Для того чтобы российская космонавтика вошла в будущем в первую пятерку, необходимы жесткие социально-политические реформы. И не только ради космонавтики.

*Беседу провел Н. Подорванюк*

# Единая физика к 2050 году?<sup>1</sup>

Ст. Вайнберг

Одна из главных задач физики – постигать замечательное разнообразие природы единым способом. Самые большие научные достижения прошлого были шагами к этой цели: объединение земной и небесной механики Исааком Ньютоном в XVII столетии; оптики с теорией электричества и магнетизма Джеймсом Клерком Максвеллом в XIX столетии; геометрии пространства-времени и гравитации Альбертом Эйнштейном с 1905 по 1916 г.; а также химии и атомной физики в квантовой механике в 20-х годах.

Эйнштейн посвятил последние 30 лет своей жизни неудачному поиску «единой теории поля», которая объединила бы общую теорию относительности (его собственную теорию пространства-времени и гравитации) с теорией электромагнетизма Максвелла. Продвижение к объединению было сделано позже, но в другом направлении. Наша теперешняя теория элементарных частиц и сил, известная как Стандартная Модель физики элементарных частиц, достигла объединения электромагнетизма со слабыми взаимодействиями сил, управляющих взаимопревращением нейтронов и протонов в радиоактивных процессах и в недрах звезд. Стандартная Модель дает отдельное, но похожее описание сильного взаимодействия, удерживающего кварки внутри протонов и нейтронов, а протоны и нейтроны вместе внутри атомных ядер.

*В объединенной теории приходится иметь дело с квантовым характером пространства и времени. В области сверхмалых расстояний пространство может быть представлено непрерывной структурой соединяющихся между собой струн и мембран, или чем-либо другим, до сего времени еще неизвестным*



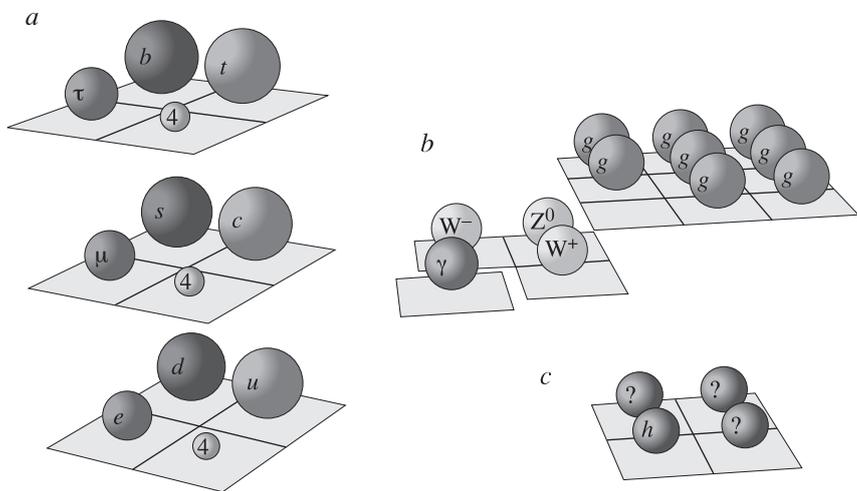
<sup>1</sup> <http://sceptic-ratio.narod.ru/po/kn5.htm#kn5a>

У нас есть идеи относительно того, как теория сильных взаимодействий может быть объединена с теорией слабых и электромагнитных взаимодействий (такое объединение часто называется Великим Объединением), но они могут сработать только если подключить гравитацию, что само по себе является тяжелейшей задачей. Мы подозреваем, что очевидные различия этих сил обусловлены некими событиями на самой ранней стадии Большого Взрыва, а исследование деталей столь ранней космической истории, возможно, потребует более подходящей теории гравитации и других сил. Существует шанс завершить работу над Великим Объединением к 2050 г., но мы вряд ли можем говорить об этом уверенно.

### *Квантовые поля*

Стандартная Модель есть квантово-полевая теория. Основные объекты такой теории – поля, включая электрические и магнитные поля электродинамики XIX в. Колебания таких полей переносят энергию и импульс с одного места пространства в другое, а квантовая механика утверждает, что эти волны собираются в пакеты, или кванты, которые наблюдаются в лаборатории как элементарные частицы. В частности, квант электромагнитного поля – частица, известная как фотон. Стандартная Модель включает в себя поля для каждого типа элементарных частиц, наблюдаемых в лабораториях физики высоких энергий. Имеются лептонные поля, кванты которых представляют собой знакомые нам электроны, составляющие внешние оболочки обычных атомов, более тяжелые частицы, известные как мю-мезоны и тау-мезоны, а также соответствующие им электрически нейтральные частицы, известные как нейтрино. Имеются также поля для кварков различных типов, некоторые из которых связаны вместе внутри протонов и нейтронов, составляющих ядра обычных атомов. Силы между этими частицами обусловлены процессами обмена фотонами и частицами  $W^+$ ,  $W^-$  и  $Z^0$ , передающими слабые взаимодействия, а также восемью типами глюонов, ответственных за сильное взаимодействие.

Эти частицы демонстрируют нам широкое разнообразие масс, в котором скрыта еще не познанная нами закономерность, где электрон в 350 000 раз легче, чем самый тяжелый кварк, а нейтрино еще легче, чем электрон. Стандартная Модель не предоставляет нам механизма, позволяющего рассчитать любую из этих масс, пока мы не введем в нее дополнительные скалярные



*Стандартная Модель физики элементарных частиц описывает каждую частицу материи и каждую силу как квантовые поля. Элементарные частицы материи – три поколения фермионов (а). Каждое поколение этих частиц имеет сходную структуру свойств. Фундаментальные взаимодействия переносятся бозонами (б), которые организованы согласно трем близкородственным симметриям. Кроме того, одна или большее количество частиц или полей Хиггса (с) порождают массы других полей*

поля. Слово “скаляр” означает, что эти поля не чувствительны к направлению в пространстве, в отличие от электрических, магнитных и других полей Стандартной Модели. Это открывает возможность таким полям заполнять все пространство, не противореча одному из наиболее доказанных принципов физики, согласно которому все пространственные направления одинаково хороши. (Напротив, если бы, например, имелось ненулевое магнитное поле всюду в пространстве, то мы могли бы идентифицировать привилегированное направление, используя обычный компас.) Взаимодействие других полей Стандартной Модели со всепроникающими скалярными полями, как полагают, дает массы частицам Стандартной Модели.

## Объединение

Таблица 1

Объединение разнородных явлений в одной теории уже долгое время является центральной темой физики. Стандартная Модель физики частиц успешно описывает три (электромагнетизм, слабые и сильные взаимодействия) из четырех известных науке сил, но впереди еще окончательное объединение с общей теорией относительности, которая описывает гравитацию и природу пространства и времени.

электричество	электромагнетизм	электрослабое взаимодействие	Стандартная Модель	?
магнетизм				
свет				
бета распад	слабое взаимодействие			
нейтрино				
протоны	сильное взаимодействие			
нейтроны				
пионы				
земное притяжение	универсальная гравитация		Общая Теория Относительности	
небесная механика				
	геометрия пространства-времени			

### За вершиной

Чтобы завершить Стандартную Модель, мы должны подтвердить существование этих скалярных полей и выяснять, сколько существует их типов. Это – проблема обнаружения новых элементарных частиц, часто называемых частицами Хиггса (Higgs particles), которые могут быть зарегистрированы как кванты этих полей. Мы имеем достаточно оснований ожидать, что эта задача будет выполнена к 2020 г., поскольку ускоритель называемый Большим Адронным Коллайдером (Large Hadron Collider) Европейской лаборатории физики элементарных частиц близ Женевы (CERN) будет работать для этого более десяти лет<sup>2</sup>.

<sup>2</sup> Одна из этих частиц – бозон Хиггса – была наконец обнаружена в 2012 г. См. об этом статью В.А. Рубакова в этом номере Бюллетеня (примеч. редколлегии).

## Главные достижения

Таблица 2

Главные достижения фундаментальной физики сближаются, когда принципы различных теорий приводятся в соответствие в рамках новой единой структуры. Нам пока еще не известен принцип, лежащий в основе объединения квантовой теории поля (в форме Стандартной Модели) с общей теорией относительности.

Квантовая Механика: корпускулярно-волновой дуализм, суперпозиция, вероятность	Квантовая Теория Поля: виртуальные частицы, перенормировка	?
Специальная Теория Относительности: геометрия пространства-времени, относительность движения		
Ньютоновская Механика: универсальная гравитация, сила и ускорение	Общая Теория Относительности: принцип эквивалентности, динамика пространства-времени	

По меньшей мере, должна быть обнаружена единственная электрически нейтральная скалярная частица. Будет катастрофой, если все, что обнаружится к 2020 г., так и оставит нас без ключа к решению огромной загадки относительно характерных энергий, с которыми сталкиваются в физике, известной как проблема иерархии.

Самая тяжелая из известных частиц Стандартной Модели – верхний кварк (top quark), с массовым эквивалентом в 175 ГэВ. (Один ГэВ – немного больше чем энергия, содержащаяся в протонной массе.) Еще не обнаруженные частицы Хиггса (см. примеч. 2), как ожидается, будут иметь подобные массы, от 100 до нескольких сотен ГэВ. Но имеется основание считать, что шкала масс, которые будут появляться в уравнениях еще не сформулированной объединенной теории, будет намного большей. В Стандартной Модели взаимодействия полей глюонов, W-бозонов, Z-бозонов и фотонов с другими полями этой модели имеют различную интенсивность; именно поэтому силы, произведенные обменом глюонами – приблизительно в 100 раз больше, чем другие при обычных условиях. Гравитация – значительно более слабое взаимодействие: величина силы тяготения между электроном и протоном в атоме водорода составляет приблизительно  $10^{-39}$  от величины электрической силы.

Но все эти силы взаимодействия зависят от энергии, при которой они измерены (см. илл. «Силы Связи»). Поразительно, что, когда взаимодействия полей Стандартной Модели экстраполируются в область высоких энергий, они все становятся равными друг другу при энергиях немного больше, чем  $10^{16}$  ГэВ, и сила гравитации имеет ту же самую величину при энергиях не намного выше, чем  $10^{18}$  ГэВ. (Предложенные уточнения в теории гравитации показывают, что величина силы гравитации может сравниться с другими силами уже при  $10^{16}$  ГэВ.) Мы привыкли к довольно большим массовым отношениям в физике элементарных частиц, примерно от 1 до 350 000 раз в отношении массы высшего кварка к электронной массе, но это ничто по сравнению с огромным отношением фундаментальной шкалы энергии Великого Объединения  $10^{16}$  ГэВ (или возможно  $10^{18}$  ГэВ) к энергетической шкале приблизительно 100 ГэВ, типичной для Стандартной Модели. Основная задача проблемы иерархии – объяснить это огромное соотношение, этот гигантский скачок от одного уровня до следующего в последовательности энергетических шкал, причем это отношение должно быть не результатом подгонки констант в наших уравнениях, а естественным следствием фундаментальных принципов.

Теоретики предложили несколько интересных идей для естественного решения проблемы иерархии, включая новый принцип симметрии, известный как суперсимметрия (который также улучшает точность, с которой силы взаимодействий сближаются при  $10^{16}$  ГэВ), или новое сильное взаимодействие, известное как техникolor (technicolor). Все эти теории содержат дополнительные силы, которые объединены с сильными, слабыми и электромагнитными силами при энергиях приблизительно  $10^{16}$  ГэВ. Новые взаимодействия становятся преобладающими при энергиях намного ниже  $10^{16}$  ГэВ, но мы не можем наблюдать их непосредственно, так как они не действуют на известные частицы Стандартной Модели. Вместо этого они действуют на другие частицы, которые являются слишком массивными, чтобы они могли быть получены в наших лабораториях. Эти “очень тяжелые” частицы – тем не менее, намного легче, чем  $10^{16}$  ГэВ, потому что они приобретают свою массу из энергии нового взаимодействия, которое является сильным только далеко ниже  $10^{16}$  ГэВ. В этой картине известные частицы Стандартной Модели взаимодействовали бы с самыми тяжелыми частицами, и их массы возникнут как вторичный эффект этого относительно слабого взаимодействия. Этот механизм

решил бы проблему иерархии, делая известные частицы легче, чем самые тяжелые частицы, которые сами намного легче, чем  $10^{16}$  ГэВ.

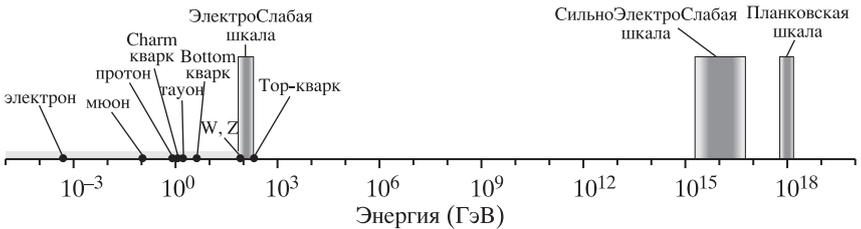
Все эти идеи имеют общую черту: они требуют существования зоопарка новых частиц с массами не намного больше чем 1000 ГэВ. Если в этих идеях есть доля истины, то эти частицы должны быть обнаружены к 2020 г. в Большом Адронном Коллайдере, а некоторые из них можно обнаружить даже раньше в Fermilab или CERN, хотя и не исключено, что для этого может понадобиться больше чем десятилетие и новые ускорители, чтобы исследовать их свойства полностью. Когда эти частицы будут обнаружены и их свойства измерены, мы сможем узнать, пережила ли какая-либо из них ранние моменты Большого Взрыва, чтобы теперь стать «темной материей» (dark matter) в межгалактическом пространстве, которая, как считается, составляет основную часть существующей массы вселенной. Во всяком случае, кажется вероятным, что к 2050 г. мы поймем, в чем причина такого огромного отношения энергетических шкал.

#### *Подавленные взаимодействия*

Что же будет дальше? Не имеется фактически никакого шанса, что мы будем способны ставить эксперименты, в которых изучались бы процессы при энергиях частиц  $10^{16}$  ГэВ. В существующих технологиях диаметр ускорителя пропорционален энергии, сообщенной ускоренным частицам. Для разгона частицы до энергии  $10^{16}$  ГэВ потребовался бы ускоритель диаметром в несколько световых лет. Даже если кто-нибудь и нашел другой способ концентрировать такое большое количество энергии на отдельной частице, то будет очень трудно извлечь полезную информацию из наблюдения над процессами при таких энергиях. Но даже при том, что мы не можем изучать процессы при энергиях порядка  $10^{16}$  ГэВ непосредственно, имеется очень хороший шанс, что эти процессы производят эффекты и при доступных энергиях, которые могут быть зафиксированы экспериментально, потому что они не выходят за рамки дозволенного Стандартной Моделью.

Стандартная Модель – квантовая теория поля специального вида, а именно “перенормируемая” теория. Этот термин отсылает нас назад, к 40-м годам, когда физики учились, как использовать первые квантово-полевые теории для вычисления тонкой структуры атомных уровней. Они нашли, что вычисления, использую-

щие квантовую теорию поля дают бесконечные величины; такая ситуация обычно означает, что теория либо ужасно испорчена, либо находится вне пределов своей применимости. Но они вовремя нашли способ обращения с бесконечными величинами, включая их при помощи переопределения или “перенормировки” (renormalization) в некоторые физические постоянные типа заряда и массы электрона. (Минимальная версия Стандартной Модели с одной скалярной частицей имеет 18 таких констант.) Теории, в которых эта процедура работала, назывались перенормируемыми и имели более простую структуру чем неперенормируемые теории.

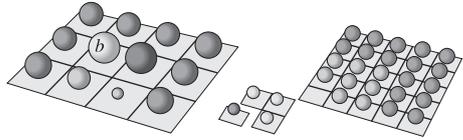


*Проблема иерархии – мера нашего незнания. В экспериментах, имеющих дело с энергиями приблизительно до 200 ГэВ, регистрируется целый ассортимент масс частицы и шкал энергии взаимодействия, которые весьма хорошо описаны Стандартной Моделью. Загадкой для нас является обширный промежуток между двумя дальнейшими энергетическими шкалами, а именно сильно-электрослабого объединения ( $10^{16}$  ГэВ) и планковской шкалы, характерной для квантовой гравитации ( $10^{18}$  ГэВ)*

Именно эта простая перенормируемая структура Стандартной Модели позволяет нам получать точные количественные предсказания экспериментальных результатов, предсказания, чей успех подтвердил законность теории. В частности, принцип перенормируемости совместно с различными принципами симметрии Стандартной Модели запрещает ненаблюдаемые процессы типа распада изолированных протонов и запрещает нейтрино иметь массу. Физики обычно имели обыкновение полагать, что квантовая теория поля, имеющая отношение к реальности, должна быть перенормируема. Этот принцип был господствующим в формулировках Стандартной Модели. И тот факт, что по фундаментальным причинам невозможно было сформулировать перенормируемую квантовую теорию гравитации, вселял в теоретиков большую тревогу.

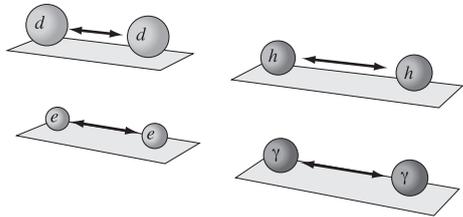
Сегодня же положение дел изменилось. Разные теории в физике элементарных частиц различаются в зависимости от энергии рассматриваемых процессов и реакций. Взаимодействие, обусловленное обменом очень массивной частицы, будет чрезвычайно слабым при энергиях низких по сравнению с той массой. И другие эффекты также могут быть подавлены подобным образом – такая область низких энергий рассматривается в эффективной теории поля, в которой эти взаимодействия являются ничтожными. Теоретики поняли, что любая фундаментальная квантовая теория, совместимая со специальной теорией относительности, превращается при низких энергиях в перенормируемую теорию. Но хотя бесконечности все еще не допускаются в теорию, эти эффективные теории не имеют простой структуры классической перенормируемой теории. Вместо того чтобы полностью исключать дополнительные сложные взаимодействия, их делают сильно подавленными в области ниже некоторого характерного энергетического порога.

a

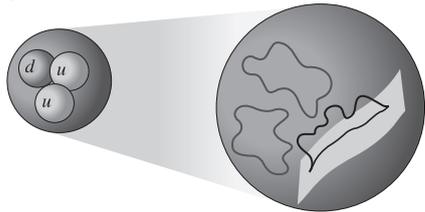


Имеется несколько путей объединения физики, находящиеся вне Стандартной Модели. Модели техникolorа (a) представляют новые взаимодействия, аналогичные «цветной» силе, которая связывает кварки. Как следствие этого – появление новых поколений частиц, отличающихся от трех известных. Суперсимметрия (b), связывающая фермионы с бозонами, добавляет к каждой известной частице суперсимметричного партнера. М-теория и теория струн (c) видоизменяют полную модель в терминах новых объектов типа крошечных струн, петель и мембран, которые ведут себя подобно частицам при низких энергиях

b



c

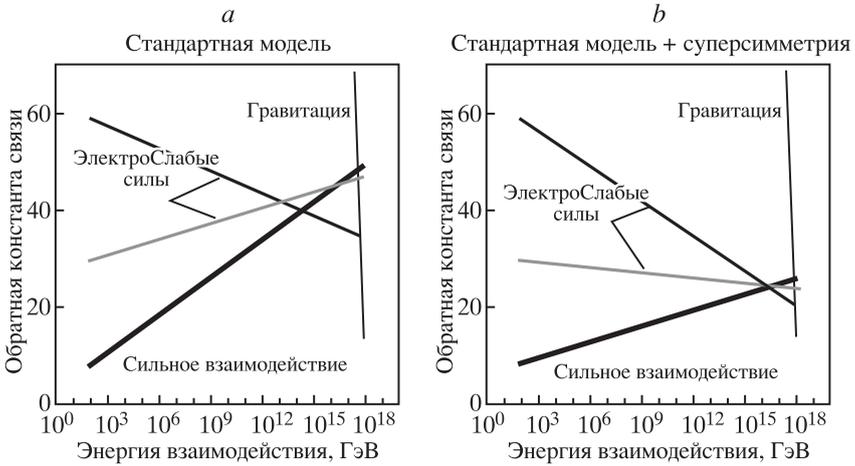


А гравитация и есть именно такое подавленное неперенормируемое взаимодействие. Именно от его силы (или правильное слабости) при низких энергиях мы делаем вывод, что его фундаментальная энергетическая шкала – примерно  $10^{18}$  ГэВ. Другое подавленное неперенормируемое взаимодействие делало бы протон нестабильным с периодом полураспада в диапазоне от  $10^{31}$  до  $10^{34}$  лет, который возможно не удастся зафиксировать даже и к 2050 г. Другое же подавленное неперенормируемое взаимодействие сообщило бы нейтрину крошечные массы, приблизительно  $10^{-11}$  ГэВ. Уже сейчас имеются некоторые доказательства, что массы нейтрино имеют именно такой порядок; окончательно же этот вопрос будет улажен задолго до 2050 г.

Такие наблюдения будут весьма полезны для объединенной теории всех сил, но построение этой теории, вероятно, не будет возможно без появления радикально новых идей. Некоторые из них уже выдвинуты и обсуждаются. Имеются пять различных теорий крошечных одномерных объектов, известных как струны, различные моды колебаний которых проявляются при низкой энергии как различные виды частиц и очевидно соответствуют конечным теориям гравитации и других сил в 10-мерном пространстве-времени. Конечно, мы не живем в десяти измерениях, но, вероятно, что шесть из этих измерений могут быть свернуты настолько сильно, что они не наблюдаются в процессах при энергиях ниже  $10^{16}$  ГэВ, приходящейся на одну частицу. Ясность во всем этом появилась лишь в последние несколько лет, когда оказалось, что эти пять струнных теорий (а также квантовая теория поля в 11 измерениях) есть не что иное, как приближенные версии единственной фундаментальной теории (иногда называемой М-теории). Но пока еще никто не знает, как записать уравнения этой теории.

### *Вне пространства и времени*

Два больших препятствия стоят на пути к решению этой задачи. Одно – это то, что мы не знаем, какие физические принципы управляют такой фундаментальной теорией. В разработке общей теории относительности Эйнштейн руководствовался принципом, который он вывел из известных свойств гравитации, – принципом эквивалентности сил тяготения и инерционных эффектов типа центробежной силы. Развитие Стандартной Модели исходило из принципа калибровочной симметрии, который является обобщением известного свойства электричества, заключающегося в том,



*Константы связи взаимодействий не остаются постоянными, а медленно изменяются в зависимости от энергии. Этот процесс точно описан квантовой теорией поля и проверен экспериментом вплоть до 200 ГэВ. Теоретическая экстраполяция показывает, что три взаимодействия Стандартной Модели (сильное и объединенные слабое и электромагнитное) имеют приблизительно равную интенсивность при очень высоких энергиях (а), а при учете суперсимметрии (b) это равенство становится еще более точным. Толщина кривой указывает приблизительно неопределенность в контактах связи*

что физический смысл имеет только разность потенциалов, но не сам потенциал непосредственно.

Но пока еще не обнаружен какой-либо фундаментальный принцип, исходя из которого можно было бы построить М-теорию. Различные аппроксимации к этой теории напоминают струнные или полевые теории в пространстве-времени различной размерности, но возможно, что новая фундаментальная теория вообще не должна формулироваться в терминах пространства-времени. Квантовая теория поля довольно сильно ограничена принципами, лежащими в основе природы четырехмерного пространства-времени, которые включены в специальную теорию относительности. Неизвестно, каким образом мы можем получить идеи, необходимые для верной формулировки новой фундаментальной теории, если эта теория должна описывать область, где все интуитивные представления, приобретенные нами из жизни в пространстве-времени, станут неподходящими.

Другое препятствие состоит в том, что, даже если мы были бы и способны сформулировать фундаментальную теорию, мы не могли бы знать, как ее использовать, чтобы делать предсказания, подтверждающие ее истинность. Большинство успешных предсказаний Стандартной Модели были основаны на методе вычисления, известном как теория возмущений. В квантовой механике вероятности физических процессов вычисляются суммированием по всем возможным последовательностям промежуточных шагов, через которые может происходить процесс. Используя теорию возмущений, вначале рассматривают только самые простые промежуточные шаги, потом более сложные, и так далее. Этот способ работает только в том случае, если все более и более сложные промежуточные шаги дают уменьшающиеся вклады в вероятность; это обычно имеет место в том случае, если константа связи достаточно мала. Иногда теория с очень сильным взаимодействием эквивалентна другой теории с очень слабым взаимодействием, в которой применимы методы теории возмущений. Такое отношение эквивалентности действует для некоторых пар из пяти струнных теорий в 10 измерениях и теории поля в 11 измерениях, упомянутых ранее. К сожалению, взаимодействия фундаментальной теории, очевидно, не являются ни очень сильными, ни очень слабыми, исключая тем самым любое использование теории возмущений.

#### *Поиск ответа*

Мы не можем сейчас сказать, когда будут решены эти проблемы. Может оказаться, что они будут решены в препринте, написанным завтра каким-нибудь молодым теоретиком. А может оказаться, что они не будут решены и в 2050, или даже в 2150 г. Но даже когда они и будут решены, пока мы не сможем поставить эксперименты при энергиях  $10^{16}$  ГэВ или изучать более высокие измерения, нас не будет беспокоить проблема проверки истинности фундаментальной объединенной теории. Помимо проверки того, правильно ли теория объясняет измеренные значения физических постоянных Стандартной Модели, будущие эксперименты должны выявить новые эффекты, не предусмотренные в Стандартной Модели.

Возможно, что когда мы наконец поймем, как частицы и силы ведут себя при энергиях до  $10^{18}$  ГэВ, мы только столкнемся с новыми тайнами, а до заключительного объединения будет гораздо дальше, чем когда-либо до этого. Но я сомневаюсь относительно

этого. Пока еще нет никаких намеков на то, что фундаментальная энергетическая шкала простирается дальше  $10^{18}$  ГэВ, а теория струн даже предполагает, что более высокие энергии не имеют физического смысла.

Открытие объединенной теории, описывающей природу в условиях любых энергий, позволит нам ответить на самые глубокие вопросы космологии: имеет ли расширяющееся облако галактик, которое мы называем Большим Взрывом, начало во времени? Является ли Большой Взрыв только одним эпизодом истории вселенной, в которой большие и маленькие взрывы происходят вечно? Изменяются ли физические константы или даже законы природы от одного взрыва к другому?

Это не будет концом физики. Это, вероятно, даже не поможет нам в решении некоторых еще не решенных проблем сегодняшней физики, типа понимания турбулентности и высокотемпературной сверхпроводимости. Но это будет конец физики определенного типа, а именно поиска объединенной теории, которая влечет за собой все другие факты физической науки.

*Перевод с английского А. Крашеницы*

# К открытию новой фундаментальной частицы – бозона Хиггса – на Большом адронном коллайдере

*В.А. Рубаков*

## 1. Введение

4 июля 2012 г. состоялось событие, имеющее выдающееся значение для современной физики: в ЦЕРНе было объявлено об открытии новой частицы, свойства которой, как осторожно заявляют авторы открытия, соответствуют ожидаемым свойствам теоретически предсказанного элементарного бозона Стандартной Модели физики частиц (о том, что такое бозон и что такое Стандартная Модель, мы поговорим ниже). Следуя распространенной терминологии, этот бозон часто называют бозоном Хиггса, хотя это название не вполне адекватно (мы об этом еще скажем несколько слов в разделе 3.3). Как бы то ни было, речь идет об открытии одного из центральных объектов фундаментальной физики, не имеющего аналогов среди известных элементарных частиц и занимающего уникальное место в физической картине мира.

Объявление на семинаре, который состоялся 4 июля в ЦЕРНе, было сделано в конце июня, и сразу стало ясно, что этот семинар будет неординарным. Дело в том, что первые указания на существование нового бозона были получены еще в декабре 2011 г. в экспериментах ATLAS и CMS, выполняемых на Большом адронном коллайдере в ЦЕРНе. Кроме того, незадолго до семинара появилось сообщение о том, что данные, полученные на протон-антипротонном коллайдере Tevatron (Fermilab, США), также указывают на существование нового бозона. Всего этого было недостаточно для того, чтобы можно было говорить об открытии, но с декабря количество данных, набранных на Большом адронном коллайдере, удвоилось и, кроме того, были усовершенствованы методы их обработки. Результат оказался впечатляющим: в каждом из экспериментов ATLAS и CMS по отдельности статистическая достоверность сигнала достигла уровня, который в физике элементарных частиц считается уровнем открытия (5 стандартных отклонений).

Семинар прошел в праздничной атмосфере. Его участниками, помимо ученых, работающих в ЦЕРНе, и студентов, занимаю-

щихся в ЦЕРНе по летним программам, стали участники крупнейшей конференции по физике высоких энергий, которая как раз открылась 4 июля в Мельбурне. Семинар транслировался по Интернету в научные центры и университеты всего мира, включая, конечно, Россию. После впечатляющих выступлений руководителей (spokespersons) коллабораций CMS Джо Инкандела и ATLAS Фабиолы Джанотти генеральный директор ЦЕРНа Рольф Хойер заключил: «I think we have it!» («Думаю, он у нас в руках!»).

Так что же «у нас в руках», и зачем его придумали теоретики?

## 2. Что представляет собой новая частица

Прежде всего скажем, что минимальная версия теории микромира носит неуклюжее название Стандартной Модели. Эта теория описывает все известные элементарные частицы (мы их перечислим ниже) и все известные взаимодействия между ними<sup>1</sup>. Бозон Хиггса был единственным не открытым до последнего времени элементом Стандартной Модели.

Мы назвали Стандартную Модель минимальной именно потому, что других элементарных частиц в ней нет. В частности, в ней имеется один и только один бозон Хиггса, и он является элементарной, а не составной частицей (мы поговорим о других возможностях в разделе 4). Большинство аспектов Стандартной Модели – за исключением нового сектора, к которому принадлежит бозон Хиггса, – проверены в многочисленных экспериментах, и главная задача Большого адронного коллайдера – выяснить, действительно ли в природе реализуется минимальный вариант теории и насколько полно эта теория описывает микромир<sup>2</sup>. (О том, что такое коллайдер и какие коллайдеры были построены, см. в Приложении.)

Вполне естественно, что программа поиска бозона Хиггса была с самого начала одной из главных, если не самой главной, на Большом адронном коллайдере. В ходе выполнения этой про-

<sup>1</sup> Гравитационное взаимодействие стоит особняком: независимо от того, какие бывают элементарные частицы, оно описывается общей теорией относительности Эйнштейна.

<sup>2</sup> Стандартная Модель на самом деле заведомо неполна, но это предмет отдельного разговора. Отметим только, что о ее неполноте свидетельствуют данные космологии – науки о Вселенной. Проявится ли неполнота Стандартной Модели при энергиях Большого адронного коллайдера – открытый и интригующий вопрос.

граммы и была открыта новая частица. Она довольно тяжелая по меркам физики микромира. В этой области науки массу измеряют в единицах энергии, имея в виду связь  $E = mc^2$  между массой и энергией покоя. В качестве единицы энергии используют электронвольт (эВ) – энергию, которую приобретает электрон, проходя разность потенциалов 1 Вольт, и производные – МэВ (миллион электронвольт,  $10^6$  эВ), ГэВ (миллиард электронвольт,  $10^9$  эВ), ТэВ (триллион электронвольт,  $10^{12}$  эВ). Масса электрона в этих единицах равна 0,5 МэВ, протона – примерно 1 ГэВ, масса самой тяжелой известной элементарной частицы,  $t$ -кварка – 173 ГэВ [1]<sup>3</sup>. Так вот, **масса новой частицы составляет 125–126 ГэВ** (неопределенность связана с погрешностью измерений).

Эта новая частица, назовем ее  $H$ , не имеет электрического заряда. Она нестабильна и может распадаться по-разному. На Большом адронном коллайдере в ЦЕРНе ее открыли, изучая распады в два фотона,  $H \rightarrow \gamma\gamma$ , и в две пары электрон-позитрон и/или мюон-антимюон[2]  $H \rightarrow e^+e^-e^+e^-$ ,  $H \rightarrow e^+e^-\mu^+\mu^-$ ,  $H \rightarrow \mu^+\mu^-\mu^+\mu^-$ . Второй тип процессов записывают как  $H \rightarrow 4l$ , где  $l$  обозначает одну из частиц  $e^+$ ,  $e^-$ ,  $\mu^+$  или  $\mu^-$  (их коллективно называют лептонами). Обе коллаборации CMS и ATLAS сообщают также о некотором избытке событий, который можно объяснить распадами  $H \rightarrow 212\nu$ , где  $\nu$  – нейтрино (еще один тип элементарных частиц). Этот избыток, впрочем, пока не имеет высокой статистической достоверности.

Напомним, что элементарные частицы могут обладать спином – внутренним угловым моментом. Спин частицы может быть целым (включая нуль) или полуцелым в единицах постоянной Планка  $\hbar$ . **Частицы с целым и полуцелым спином называются бозонами и фермионами** соответственно. Все известные до последнего времени элементарные частицы имеют ненулевой спин; так, спин электрона равен  $1/2$  в единицах  $\hbar$ , а спин фотона равен 1. Из существования обсуждавшихся распадов следует, что спин новой частицы целый – она является бозоном [3]. Кроме того, ее спин не может быть равным единице (частица спина 1 не может распадаться на два фотона). Остается спин 0, 2 или выше [4]. Хотя прямого экспериментального измерения спина новой частицы пока нет, крайне маловероятно, что мы имеем дело с час-

<sup>3</sup> Пояснения использованных терминов и некоторые другие пояснения даны в конце статьи и пронумерованы, как здесь. При беглом чтении на них можно не обращать внимания.

тицей спина 2 или больше. Почти наверняка спин  $H$  равен нулю. Как мы увидим, именно таким должен быть бозон Хиггса.

Вообще все, что сейчас известно о новой частице, согласуется с ее интерпретацией как бозона Хиггса, предсказанного простейшей версией теории элементарных частиц – Стандартной Моделью. В рамках Стандартной Модели можно вычислить как вероятность рождения бозона Хиггса в протон-протонных столкновениях на Большом адронном коллайдере, так и вероятности его распадов  $H \rightarrow \gamma\gamma$  и  $H \rightarrow 4l$ , и тем самым предсказать число ожидаемых событий. Эти предсказания и подтверждаются экспериментом, конечно, в пределах экспериментальных погрешностей. Эти погрешности пока велики, да и измеренных величин, как мы видим, пока совсем немного. Тем не менее, трудно сомневаться в том, что открыт именно бозон Хиггса или что-то очень похожее на него, особенно если учесть, что распады  $H \rightarrow \gamma\gamma$  и  $H \rightarrow 4l$  должны быть очень редкими: на два фотона распадается 2 из 1000 бозонов Хиггса, а на две  $e^+e^-$  и/или  $\mu^+\mu^-$  пары – 1 из 10 000.

Более чем в половине случаев бозон Хиггса должен распадаться на пару  $b$ -кварк– $b$ -антикварк [5]:  $H \rightarrow bb$ . Рождение пары  $bb$  в протон-протонных (и протон-антипротонных) столкновениях – явление очень частое и без всякого бозона Хиггса, и выделить сигнал от бозона Хиггса из этого «шума» (физики говорят «фона») в экспериментах на Большом адронном коллайдере пока не удалось. Это отчасти получилось в экспериментах на коллайдере Tevatron, хотя статистическая достоверность там заметно ниже, чем в ЦЕРНе. Эти данные также согласуются с предсказаниями Стандартной Модели.

Заканчивая описание известных свойств новой частицы, скажем, что живет она довольно долго по меркам физики микромира. На основе имеющихся экспериментальных данных можно получить оценку снизу на ее время жизни  $\tau_H \geq 10^{-24}$  с, что не противоречит предсказанию Стандартной Модели  $\tau_H = 1,6 \times 10^{-22}$  с. Для сравнения, время жизни  $t$ -кварка составляет  $\tau_t = 3 \times 10^{-25}$  с. Отметим, что прямое измерение времени жизни новой частицы на Большом адронном коллайдере вряд ли возможно.

### 3. Зачем нужен новый бозон?

В квантовой физике каждая элементарная частица является квантом некоторого поля, и наоборот, каждому полю соответствует своя частица-квант; наиболее известный пример – электромаг-

нитное поле и его квант, фотон. Поэтому вопрос, поставленный в заглавии этого раздела, можно переформулировать так:

### **Зачем нужно новое поле и каковы его ожидаемые свойства?**

Краткий ответ состоит в том, что симметрии теории микромира – будь то Стандартная Модель или какая-то более сложная теория – запрещают элементарным частицам иметь массы, а новое поле нарушает эти симметрии и обеспечивает существование масс частиц. В Стандартной Модели – простейшем варианте теории (но только в ней!) – все свойства нового поля и, соответственно, нового бозона, за исключением его массы, однозначно предсказываются опять-таки на основе соображений симметрии. Как мы говорили, имеющиеся экспериментальные данные согласуются именно с простейшим вариантом теории, однако эти данные пока довольно скудны, и предстоит длительная работа по выяснению того, как именно устроен новый сектор физики элементарных частиц.

Расшифровка этого короткого абзаца требует, конечно, рассмотрения, хотя бы в общих чертах, роли симметрии в физике микромира.

### ***3.1. Симметрии, законы сохранения и запреты***

Общим свойством физических теорий, будь то ньютонова механика, механика специальной теории относительности, квантовая механика или теория микромира, является то, что каждой симметрии соответствует свой закон сохранения. Например, симметрии относительно сдвигов во времени (т.е. тому обстоятельству, что законы физики одинаковы в каждый момент времени) соответствует закон сохранения энергии, симметрии относительно сдвигов в пространстве – закон сохранения импульса, а симметрии относительно поворотов в пространстве (все направления в пространстве равноправны) – закон сохранения углового момента. Законы сохранения можно интерпретировать и как запреты: перечисленные симметрии запрещают изменение энергии, импульса и углового момента замкнутой системы при ее эволюции.

Наоборот, каждому закону сохранения соответствует своя симметрия; это утверждение является точным в квантовой теории. Спрашивается, какая же симметрия соответствует закону сохранения электрического заряда? Ясно, что симметрии пространства и времени, о которых мы только что упомянули, здесь ни при чем. Тем не менее, такая симметрия имеется. Дело в том, что, помимо очевидных, пространственно-временных симметрий, существуют неочевидные, «**внутренние**» симметрии. Одна

из них и приводит к сохранению электрического заряда. Для нас важно, что эта же внутренняя симметрия (только понимаемая в расширенном смысле – физики употребляют термин «калибровочная инвариантность») объясняет и тот факт, что у света могут быть только два типа поляризации – левая и правая.

Чтобы показать, насколько нетривиален факт наличия только двух типов поляризации света, отвлечемся на время от разговора о симметриях и снова напомним, что элементарные частицы характеризуются спином, который может быть полуцелым или целым в единицах постоянной Планка  $\hbar$ . Элементарные фермионы (частицы полуцелого спина) имеют спин  $1/2$ . Это электрон  $e$ , электронное нейтрино  $\nu_e$ , тяжелые аналоги электрона – мюон  $\mu$  и тау-лептон  $\tau$ , их нейтрино  $\nu_\mu$  и  $\nu_\tau$ , кварки шести типов  $u$ ,  $d$ ,  $c$ ,  $s$ ,  $t$ ,  $b$  и соответствующие всем им античастицы (позитрон  $e^+$ , антинейтрино  $\bar{\nu}_e$ , антикварк  $u^-$  и т.д.). Кварки  $u$  и  $d$  – легкие, и из них состоит протон (кварковый состав  $uud$ ) и нейтрон ( $udd$ ). Остальные кварки – более тяжелые; они входят в состав короткоживущих частиц, например,  $K$ -мезонов.

Частицы целого спина называют бозонами. К ним относится фотон, он имеет спин 1. Единичным спином обладают и глюоны – отдаленные аналоги фотона, отвечающие за взаимодействия между кварками и связывающие их в протон, нейтрон и другие составные частицы. Кроме того, есть еще три частицы спина 1 – уже упоминавшиеся электрически заряженные  $W^+$ ,  $W^-$ -бозоны и нейтральный  $Z$ -бозон. О них еще пойдет речь впереди. Ну, а частица Хиггса должна иметь нулевой спин [6].

Заметим, кстати, что мы только что перечислили **все** элементарные частицы, имеющиеся в Стандартной Модели:

$$\text{лептоны } \begin{pmatrix} e \\ \nu_e \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} \mu \\ \nu_\mu \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} \tau \\ \nu_\tau \end{pmatrix}$$

три семейства частиц

$$\text{кварки } \begin{pmatrix} u \\ d \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} c \\ s \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} t \\ b \end{pmatrix}$$

$e^+$  : позитрин, ...

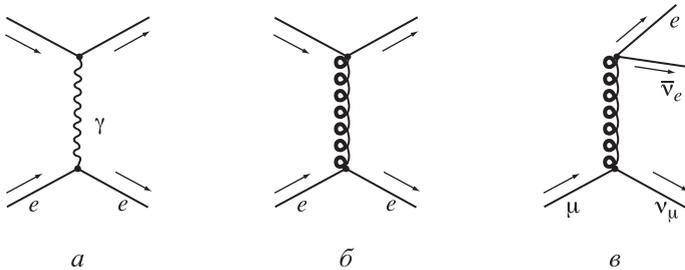
+ АНТИЧАСТИЦЫ  $\nu_e$  : антинейтрино, ...

$u$  : антикварки, ...

+ частицы, ответственные за взаимодействия:

фотон, глюоны,  $W$ ,  $Z$ , гравитон + бозон Хиггса.

Вернемся к свойствам частиц со спином. Массивная частица спина  $s$  (в единицах  $\hbar$ ) имеет  $(2s + 1)$  состояний с разными проекциями спина на заданную ось (спин – внутренний угловой момент – это вектор, так что понятие о его проекции на заданную ось имеет обычный смысл). Например, спин электрона ( $s = 1/2$ ) в его системе покоя может быть направлен вверх ( $s_z = +1/2$ ) или вниз ( $s_z = -1/2$ ). Бозон  $Z$  обладает ненулевой массой и спином  $s = 1$ , поэтому состояний с разными проекциями спина у него три:  $s_z = +1, 0$  или  $-1$ . Совершенно иначе обстоит дело с безмассовыми частицами. Поскольку они летают со скоростью света, перейти в систему отсчета, где такая частица покоится, нельзя. Тем не менее, можно говорить о ее спиральности – проекции спина на направление движения. Так вот, несмотря на то, что спин фотона равен единице, таких проекций может быть всего две – вдоль и против направления движения. Это и есть правая и левая поляризации фотона (света). Третье состояние с нулевой проекцией спина, которое обязано было бы существовать, будь у фотона масса, **запрещено** глубокой внутренней симметрией электродинамики, той самой симметрией, что приводит к сохранению электрического заряда. Таким образом, **эта внутренняя симметрия запрещает и существование массы у фотона!**



Электромагнитные взаимодействия возникают благодаря излучению и поглощению фотонов (а). Слабые взаимодействия имеют похожую природу: они обусловлены излучением и поглощением (или распадом)  $Z$ -бозонов (б) и  $W$ -бозонов (в). В последнем случае меняется и тип фермиона. На рис. (в) показан процесс, приводящий к  $\beta$ -распаду мюона:  $\mu \rightarrow e \nu_\mu \bar{\nu}_e$ . Он происходит путем рождения и распада  $W$ -бозона. Аналогичный процесс приводит к  $\beta$ -распаду нейтрона и некоторых атомных ядер

### 3.2. Что-то не так!

Ключевыми для нас являются, однако, не фотоны, а  $W^{\pm}$ - и  $Z$ -бозоны. Эти частицы, открытые в 1983 г. на протон-антипротонном коллайдере  $Spp\bar{S}$  в ЦЕРНе и задолго до этого предсказанные теоретиками, обладают спином 1 и довольно большой массой:  $W^{\pm}$ -бозоны имеют массу 80 ГэВ (т.е. они примерно в 80 раз тяжелее протона), а  $Z$ -бозон – 91 ГэВ. Свойства  $W^{\pm}$ - и  $Z$ -бозонов сейчас хорошо известны благодаря в основном экспериментам на электрон-позитронных коллайдерах LEP (ЦЕРН) и SLC (SLAC, США)[1] и протон-антипротонном коллайдере Tevatron (Fermilab, США): точность измерений целого ряда величин, относящихся к  $W^{\pm}$ - и  $Z$ -бозонам, лучше 0,1%. Эти свойства, как и свойства других частиц, прекрасно описываются Стандартной Моделью. Последнее замечание относится и к взаимодействиям  $W^{\pm}$ - и  $Z$ -бозонов с электроном, нейтрино, кварками и другими частицами. Эти взаимодействия, кстати, называют слабыми. Они изучены во всех деталях; один из давно известных примеров их проявления –  $\beta$ -распады мюона, нейтрона и ядер.

Как мы уже говорили, каждый из  $W^{\pm}$ - и  $Z$ -бозонов может находиться в трех спиновых состояниях, а не в двух, как фотон. Тем не менее, их взаимодействия с фермионами (нейтрино, кварками, электроном и т.д.) устроены в принципе так же, как взаимодействие фотона. Например, фотон взаимодействует с электрическим зарядом электрона и электрическим током, который создает движущийся электрон. Точно так же  $Z$ -бозон взаимодействует с некоторым зарядом электрона и током, возникающим при движении электрона, только эти заряд и ток не совпадают с электрическими. С точностью до важной особенности, о которой пойдет вскоре речь, аналогия будет полной, если помимо электрического заряда электрону приписать еще и  $Z$ -заряд. Своими  $Z$ -зарядами обладают и кварки, и нейтрино.

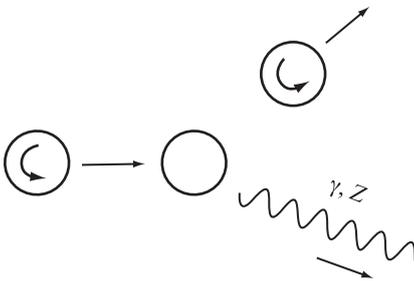
Аналогия с электродинамикой простирается еще дальше. Так же, как и теория фотона, теория  $W^{\pm}$ - и  $Z$ -бозонов обладает глубокой внутренней симметрией, близкой к той, что приводит к закону сохранения электрического заряда [8]. В полной аналогии с фотоном, эта внутренняя симметрия запрещает  $W^{\pm}$ - и  $Z$ -бозонам иметь третью поляризацию, а стало быть и массу. Вот тут и получается нестыковка: симметричный запрет на массу частицы спина 1 действительно работает в случае фотона, а в случае  $W^{\pm}$ - и  $Z$ -бозонов он **не работает!**

Дальше – больше. Слабые взаимодействия – взаимодействия электронов, нейтрино, кварков и других частиц с  $W^{\pm}$ - и  $Z$ -бозо-

нами – устроены так, как если бы эти фермионы не имели никакой массы! Дело здесь не в числе поляризаций: и у массивных, и у безмассовых фермионов поляризаций (направлений спина) может быть ровно две. Дело в том, как именно взаимодействуют фермионы с  $W^{\pm}$ - и  $Z$ -бозонами.

Чтобы пояснить суть проблемы, выключим сначала массу электрона (в теории такое позволено) и рассмотрим воображаемый мир, в котором масса электрона равна нулю. В таком мире электрон летал бы со скоростью света и мог иметь спин, направленный вдоль направления движения или против него. Так же как и для фотона, в первом случае мы говорили бы об электроне с правой поляризацией или, короче, о правом электроне, во втором – о левом электроне.

Поскольку мы хорошо знаем, как устроены электромагнитные и слабые взаимодействия (а только в них электрон и участвует), мы вполне способны описать свойства электрона в нашем воображаемом мире. А они таковы. Во-первых, в этом мире правый и левый электроны – две совершенно разные частицы: правый электрон никогда не превращается в левый, и наоборот. Действительно, превращение правого электрона в левый на лету запрещено законом сохранения углового момента (в данном случае спина), а взаимодействия электрона с фотоном и  $Z$ -бозоном не меняют его поляризацию. Во-вторых, взаимодействие электрона с  $W$ -бозоном испытывает только левый электрон, а правый в нем вообще не участвует. Третьей важной особенностью, о которой мы обмолвились выше, является в этой картине то, что  **$Z$ -заряды левого и правого электрона различны**, левый электрон взаимодействует с  $Z$ -бозоном сильнее, чем правый. Аналогичные свойства имеются и у мюона, и у тау-лептона, и у кварков.

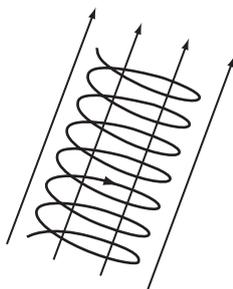


*При излучении фотона быстро движущимся электроном проекция спина на его направление движения не меняется. Это же справедливо и для испускания  $Z$ -бозона. Внутреннее вращение электрона условно показано круглой стрелкой*

Подчеркнем, что в воображаемом мире с безмассовыми фермионами нет никаких проблем с тем, что левые и правые электроны взаимодействуют с  $W$ - и  $Z$ -бозонами по-разному, в

частности, что «левый» и «правый»  $Z$ -заряды различны. В этом мире левые и правые электроны – это разные частицы, и дело с концом: нас же не удивляет, что разные частицы, например, электрон и нейтрино, имеют разные электрические заряды (в данном случае – 1 и 0).

*В однородном магнитном поле (показано стрелками) электрон движется по спирали*



Попробуем теперь включить массу электрона – и немедленно придем к противоречию. Быстро движущийся электрон, скорость которого близка к скорости света, а спин направлен против направления движения, выглядит почти так же, как левый электрон из нашего воображаемого мира. И взаимодействовать он должен почти так же<sup>4</sup>. Если это взаимодействие связано с  $Z$ -зарядом, то этот быстрый электрон должен иметь «левое» значение  $Z$ -заряда такое же, как  $Z$ -заряд левого электрона в нашем воображаемом мире. Однако скорость массивного электрона все-таки меньше скорости света, и всегда можно перейти в систему отсчета, движущуюся еще быстрее. В новой системе направление движения электрона изменится на противоположное, а направление спина останется прежним. Проекция спина на направление движения будет теперь положительной, и такой электрон будет выглядеть как правый, а не левый<sup>5</sup>.

Соответственно, и  $Z$ -заряд должен быть таким же, как у правого электрона из нашего воображаемого мира. Такого не

<sup>4</sup> В реальном мире для ограниченного (но только ограниченного!) круга процессов так оно и оказывается. Например, взаимодействие быстрого массивного электрона, спин которого направлен против направления движения, с покоящейся или медленно движущейся мишенью (скажем, атомным ядром) практически не отличается от взаимодействия левого безмассового электрона.

<sup>5</sup> Противоречия с утверждением, сделанным в предыдущей сноске, здесь нет: в новой системе мишень движется быстрее электрона, и в реальном мире взаимодействие электрона с ней существенно отличается от взаимодействия с покоящейся мишенью.

может быть: значение заряда не должно зависеть от системы отсчета. Противоречие налицо. Подчеркнем, что мы пришли к нему, предполагая, что  $Z$ -заряд сохраняется: если заряд не сохраняется, то о его значении для данной частицы и говорить не приходится.

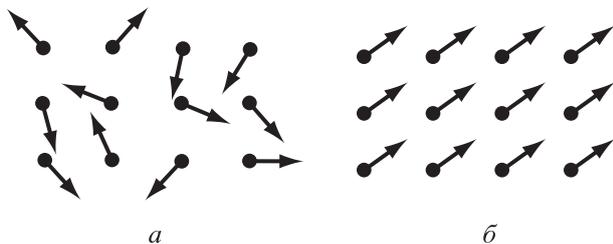
Это противоречие показывает, что симметрии Стандартной Модели (для определенности будем говорить о ней, хотя все сказанное относится к любому другому варианту теории) должны были бы запрещать существование масс не только у  $W^\pm$ - и  $Z$ -бозонов, но и у фермионов. Причем тут симметрии? При том, что они должны были бы приводить к сохранению  $Z$ -заряда. Измерив  $Z$ -заряд электрона, мы смогли бы однозначно сказать, левый этот электрон или правый. А это возможно только тогда, когда масса электрона равна нулю.

Таким образом, в мире, где все симметрии Стандартной Модели реализовывались бы так же, как в электродинамике, все элементарные частицы должны были бы иметь нулевые массы. В реальном мире эти массы есть, значит, с симметриями Стандартной Модели что-то должно происходить.

### ***3.3. Нарушение симметрии***

Говоря о связи симметрий с законами сохранения и запретами, мы упустили из виду одно обстоятельство. Оно заключается в том, что законы сохранения и симметричные запреты выполняются только тогда, когда симметрия присутствует явно. Однако симметрии могут быть и нарушенными. Например, в однородном образце железа при комнатной температуре всегда имеется магнитное поле, направленное в какую-то сторону; образец представляет собой магнит. Если бы существовали микроскопические существа, живущие внутри этого магнита, то они бы обнаружили, что не все направления пространства вокруг них равноправны: на электрон, летящий поперек магнитного поля, действует сила со стороны магнитного поля – сила Лоренца, а на электрон, летящий вдоль поля, сила не действует; движение электрона вдоль магнитного поля происходит по прямой, поперек поля – по окружности, а в общем случае – по спирали (см. рис. на с. 93). Стало быть, магнитное поле внутри образца нарушает симметрию относительно вращений в пространстве. В связи с этим внутри магнита не выполняется и закон сохранения углового момента: при движении электрона по спирали проекция углового момента на ось, перпендикулярную магнитному полю, меняется со временем.

Здесь мы имеем дело со **спонтанным** нарушением симметрии. В отсутствие внешних воздействий (например, магнитного поля Земли) в разных образцах железа магнитное поле может быть направлено в разные стороны, и ни одно из этих направлений не будет предпочтительнее другого. Исходная симметрия относительно вращений по-прежнему имеется, и проявляется она в том, что магнитное поле в образце может быть направлено куда угодно. Но раз уж магнитное поле возникло, появилось и выделенное направление, и симметрия внутри магнита оказалась нарушенной. На более формальном уровне, **уравнения**, управляющие взаимодействием атомов железа между собой и с магнитным полем, **симметричны** относительно вращений в пространстве, но **состояние** системы этих атомов – образца железа – **несимметрично**. В этом и состоит явление спонтанного нарушения симметрии. Отметим, что мы здесь говорим о наиболее выгодном состоянии, имеющем наименьшую энергию; такое состояние называют основным. Именно в нем окажется в конце концов образец железа, даже если изначально он был немагнитным.



*Немагнитное (а) и намагнитное (б) состояние атомов железа. Стрелками показаны направления моментов атомов. Немагнитного начального состояния можно в принципе добиться, разогрев образец до высокой температуры, а потом мгновенно остудив. Из такого состояния образец все равно перейдет в намагнитное: магнитным моментам атомов энергетически выгодно выстроиться. Выстроенные магнитные моменты создадут в образце магнитное поле, направленное так же, как магнитные моменты*

Итак, спонтанное нарушение некоторой симметрии имеет место тогда, когда уравнения теории симметричны, а основное состояние – нет. Слово «спонтанное» употребляют в этом случае в связи с тем, что система сама, без нашего участия, выбирает несимметричное состояние, поскольку именно оно является энергетически наиболее выгодным. Из приведенного примера ясно,

что если симметрия спонтанно нарушена, то вытекающие из нее законы сохранения и запреты не работают; в нашем примере это относится к сохранению углового момента. Подчеркнем, что полная симметрия теории может быть нарушена лишь частично: в нашем примере из полной симметрии относительно всех вращений в пространстве остается явной, не нарушенной, симметрия относительно вращений вокруг направления магнитного поля.

Микроскопические существа, живущие внутри магнита, могли бы задать себе вопрос: «В нашем мире не все направления равноправны, угловой момент не сохраняется, но является ли пространство фундаментально несимметричным относительно вращений?». Изучив движение электронов и построив соответствующую теорию (в данном случае электродинамику), они бы поняли, что ответ на этот вопрос отрицателен: уравнения этой теории симметричны, но эта симметрия спонтанно нарушена за счет «разлитого» вокруг них магнитного поля. Развивая эту теорию дальше, они бы предсказали, что поле, отвечающее за спонтанное нарушение симметрии, должно иметь свои кванты, фотоны. И, построив внутри магнита маленький ускоритель, с радостью убедились бы, что эти кванты действительно существуют – они рождаются в столкновениях электронов!

В общих чертах ситуация в физике элементарных частиц похожа на ту, что мы только что описали. Но есть и важные отличия. Во-первых, ни о какой среде наподобие кристаллической решетки атомов железа говорить уже не приходится. Состоянием с наименьшей энергией в природе является вакуум (по определению!). Это не означает, что в вакууме – основном состоянии природы – не может быть однородно «разлитых» полей, подобных магнитному полю в нашем примере. Наоборот, нестыковки, о которых мы говорили в разделе 3.2, свидетельствуют о том, что симметрии Стандартной Модели (точнее, их часть) должны быть спонтанно нарушенными, а это предполагает, что в вакууме имеется какое-то поле, обеспечивающее это нарушение. Во-вторых, речь идет не о пространственно-временных, как в нашем примере, а о внутренних симметриях. Пространственно-временные симметрии, наоборот, не должны нарушаться из-за присутствия поля в вакууме. Отсюда следует важный вывод о том, что в отличие от магнитного это поле не должно выделять никакого направления в пространстве (точнее, в пространстве-времени, поскольку мы имеем дело с релятивистской физикой). Поля с таким свойством называют **скалярными**; им соответствуют **частицы спина 0**.

Стало быть, поле, «разлитое» в вакууме и приводящее к нарушению симметрии, должно быть новым. Действительно, известным полям, о которых мы явно или неявно упоминали выше – электромагнитному полю, полям  $W^{\pm}$ - и  $Z$ -бозонов, глюонов – соответствуют частицы спина 1, такие поля выделяют направления в пространстве-времени и называются **векторными**, а нам требуется скалярное. Поля, соответствующие фермионам (спин  $1/2$ ), тоже не годятся. В-третьих, новое поле должно нарушать симметрии Стандартной Модели не полностью, внутренняя симметрия электродинамики должна оставаться ненарушенной. Наконец, и это самое главное, взаимодействие нового поля, «разлитого» в вакууме, с  $W^{\pm}$ - и  $Z$ -бозонами, электронами и другими фермионами должно приводить к появлению масс у этих частиц.

Механизм генерации масс частиц со спином 1 – в природе это  $W^{\pm}$ - и  $Z$ -бозоны – за счет спонтанного нарушения симметрии был предложен в контексте физики элементарных частиц [9] теоретиками из Брюсселя Франсуа Энглером и Робертом Браутом и чуть позже – физиком из Эдинбурга Питером Хиггсом<sup>6</sup>. Произошло это в 1964 г. Они опирались на представление о спонтанном нарушении симметрии (но в теориях без векторных полей, т.е., без частиц спина 1), которое было введено в физику элементарных частиц в 1960–61 гг. в работах И. Намбу, Дж. Йона-Лазинио и И. Намбу, В.Г. Вакса и А.И. Ларкина, Дж. Голдстоуна<sup>7</sup> (Йоичиро Намбу получил за это Нобелевскую премию в 2008 г.). В отличие от предыдущих авторов, Энглер, Браут и Хиггс рассмотрели теорию (в то время умозрительную), в которой присутствует как скалярное (спин 0), так и векторное поле (спин 1). В этой теории имеется внутренняя симметрия, вполне аналогичная той симметрии электродинамики, которая приводит к сохранению электрического заряда и запрету массы фотона, но в отличие от электродинамики внутренняя симметрия спонтанно нарушена однородным скалярным полем, имеющимся в вакууме. Замечательным результатом Энглера, Браута и Хиггса стала демонстрация того факта, что это нарушение симметрии автоматически влечет за собой появление массы у частицы спина 1 – кванта векторного поля!

Довольно прямолинейное обобщение механизма Энглера–Браута–Хиггса, связанное с включением в теорию фермионов и

<sup>6</sup> На всякий случай: Francois Englert, Robert Brout, Peter W. Higgs.

<sup>7</sup> На всякий случай: Yoichiro Nambu, Giovanni Jona-Lasinio, Валентин Григорьевич Вакс, Анатолий Иванович Ларкин, Jeffrey Goldstone.

их взаимодействия с нарушающим симметрию скалярным полем, приводит к тому, что массы появляются и у фермионов. Все начинает становиться на свои места! Стандартная Модель теперь получается в результате дальнейшего обобщения путем включения не одного, а нескольких векторных полей – фотона,  $W^\pm$ - и  $Z$ -бозонов (глюоны – это отдельная история, они к механизму Энглера–Браута–Хиггса отношения не имеют) – и разных типов фермионов. Последний шаг на самом деле весьма нетривиален; за формулировку полной теории слабых и электромагнитных взаимодействий Стивен Вайнберг, Шелдон Глэшоу и Абдус Салам<sup>8</sup> получили в 1979 г. Нобелевскую премию.

Вернемся в 1964 год. Для исследования свойств своей теории Энглер и Браут использовали довольно вычурный по сегодняшним меркам подход. Наверное поэтому они не заметили, что наряду с массивной частицей спина 1 эта теория предсказывает существование еще одной частицы – бозона со спином 0. А вот Хиггс заметил, и сейчас эту новую бесспиновую частицу часто называют бозоном Хиггса. Как я отметил в начале статьи, такая терминология представляется не вполне корректной: ключевое предложение использовать скалярное поле для спонтанного нарушения симметрии и генерации масс частиц спина 1 впервые сделали все же Энглер и Браут. Не вдаваясь больше в терминологию, подчеркнем, что новый бозон с нулевым спином является квантом того самого скалярного поля, которое нарушает симметрию. И в этом его уникальность.

Здесь нужно сделать уточнение. Повторим, что если бы спонтанного нарушения симметрии не было, то  $W^\pm$ - и  $Z$ -бозоны были бы безмассовыми. Каждый из них имел бы две поляризации, как фотон. Итого, считая частицы с разными поляризациями разными, мы бы имели  $2 \times 3 = 6$  типов  $W^\pm$ ,  $Z$ -бозонов. В Стандартной Модели  $W^\pm$ - и  $Z$ -бозоны массивные, каждый из них имеет три спиновых состояния, т.е. три поляризации, итого  $3 \times 3 = 9$  типов частиц – квантов полей  $W^\pm$ ,  $Z$ . Спрашивается, откуда взялись три «лишних» типа квантов? Дело заключается в том, что в Стандартной Модели необходимо ввести не одно, а четыре скалярных поля Энглера–Браута–Хиггса. Квант одного из них – это бозон Хиггса, новая частица, открытая в ЦЕРНе. А кванты трех других в результате спонтанного нарушения симметрии как раз и превращаются в три «лишних» кванта, имеющих у массивных  $W^\pm$ ,  $Z$ -бозонов.

---

<sup>8</sup> На всякий случай: Steven Weinberg, Sheldon Lee Glashow, Abdus Salam.

Искать их бесполезно, они уже давно найдены, коль скоро известно, что  $W^\pm$ - и  $Z$ -бозоны имеют массу.

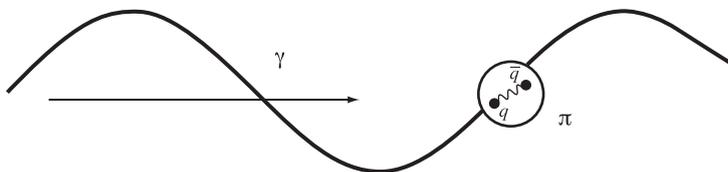
Эта арифметика, кстати, согласуется с тем, что все четыре поля Энглера–Браута–Хиггса – скалярные, их кванты имеют нулевой спин. Безмассовые  $W^\pm$ - и  $Z$ -бозоны имели бы проекции спина на направление движения, равные  $-1$  и  $+1$ . Для массивных  $W^\pm$ - и  $Z$ -бозонов эти проекции принимают значения  $-1$ ,  $0$  и  $+1$ , т.е. «лишние» кванты имеют нулевую проекцию. Три поля Энглера–Браута–Хиггса, из которых эти «лишние» кванты получаются, тоже имеют нулевую проекцию спина на направление движения, просто потому, что их вектор спина равен нулю. Все сходится.

Итак, бозон Хиггса – это квант одного из четырех скалярных полей Энглера–Браута–Хиггса, существующих в Стандартной Модели. Три других поедаются (научный термин!)  $W^\pm$ - и  $Z$ -бозонами, превращаясь в их трети, недостающие спиновые состояния.

#### 4. А действительно ли нужен новый бозон?

Самое удивительное в этой истории заключается в том, что сегодня мы понимаем: механизм Энглера–Браута–Хиггса – отнюдь не единственный возможный механизм нарушения симметрий в физике микромира и генерации масс элементарных частиц, а бозон Хиггса мог бы и не существовать. Этому нас учит, в частности, физика конденсированных сред (жидкостей, твердых тел). В ней имеется множество примеров спонтанного нарушения симметрии и разнообразие механизмов этого нарушения. И в большинстве случаев ничего похожего на бозон Хиггса в этих примерах нет.

Ближайшим твердотельным аналогом спонтанного нарушения симметрий Стандартной Модели в вакууме является спонтанное нарушение внутренней симметрии электродинамики в толще сверхпроводника. Оно приводит к тому, что в сверхпроводнике фотон в определенном смысле обладает массой (как  $W^\pm$ - и  $Z$ -бозоны в вакууме). Проявляется это в эффекте Мейсснера – выталкивании магнитного поля из сверхпроводника. Фотон не хочет проникать внутрь сверхпроводника, где он становится массивным: ему там «тяжело», ему энергетически невыгодно там находиться (вспомните  $E = mc^2$ ). Магнитное поле, которое можно несколько условно воспринимать как набор фотонов, обладает тем же свойством: оно в сверхпроводник не проникает. Это и есть эффект Мейсснера.



*Фотон большой длины волны, а значит низкой энергии, не способен разрешить кварк-антикварковую структуру  $\pi$ -мезона*

Эффективная теория сверхпроводимости – теория Гинзбурга–Ландау – чрезвычайно похожа на теорию Энглера–Браута–Хиггса (точнее наоборот: теория Гинзбурга–Ландау на 14 лет старше). В теории Гинзбурга–Ландау тоже есть скалярное поле, которое однородно «разлито» по сверхпроводнику и приводит к спонтанному нарушению симметрии. Однако теорию Гинзбурга–Ландау недаром называют эффективной: она ухватывает, образно говоря, внешнюю сторону явления, но совершенно неадекватна для понимания фундаментальных, микроскопических причин возникновения сверхпроводимости. Никакого скалярного поля в сверхпроводнике на самом деле нет, в нем есть электроны и кристаллическая решетка, а сверхпроводимость обусловлена особыми свойствами основного состояния системы электронов, возникающими благодаря взаимодействию между ними.

Не может ли подобная картина иметь место и в микромире? Не может ли быть так, что никакого фундаментального скалярного поля, «разлитого» в вакууме, нет, а спонтанное нарушение симметрий вызвано совершенно иными причинами? Если рассуждать чисто теоретически и не обращать внимания на экспериментальные факты, то ответ на этот вопрос – утвердительный. Примером может служить так называемая «модель техницвета», предложенная в 1979 г. уже упоминавшимся Стивеном Вайнбергом и независимо Леонардом Сасскиндом<sup>9</sup>. В ней нет никаких фундаментальных скалярных полей, нет и бозона Хиггса. Вместо этого есть много новых элементарных частиц, по своим свойствам напоминающих известные кварки. Взаимодействие между этими новыми частицами и приводит к спонтанному нарушению симметрий и генерации масс  $W^{\pm}$ - и  $Z$ -бозонов. С массами известных фермионов, например электрона, дело обстоит хуже, но и эту проблему можно решить за счет усложнения теории.

<sup>9</sup> Leonard Susskind.

Внимательный читатель может задать вопрос: «А как же с аргументами раздела 3.3, говорящими, что нарушать симметрию должно именно скалярное поле?» Лазейка здесь в том, что это скалярное поле может быть **составным**, в том смысле, что соответствующие ему частицы-кванты не элементарны, но состоят из других, элементарных частиц.

Давайте вспомним в этой связи квантово-механическое соотношение неопределенностей Гайзенберга  $\Delta x \cdot \Delta p \geq \hbar$ , где  $\Delta x$  и  $\Delta p$  – неопределенности координаты и импульса, соответственно. Одно из его проявлений состоит в том, что структура составных объектов с характерным внутренним размером  $\Delta x$  проявляется лишь в процессах, где участвуют частицы с достаточно высокими импульсами  $p \geq \hbar/\Delta x$ , а значит, с достаточно высокими энергиями. Здесь уместно напомнить о Резерфорде, который бомбардировал атомы электронами высоких по тем временам энергий и таким образом выяснил, что атомы состоят из ядер и электронов. Разглядывая атомы в микроскоп даже с самой совершенной оптикой (т.е. используя свет – фотоны низких энергий), обнаружить, что атомы – составные, а не элементарные, точечные частицы, невозможно: не хватает разрешения.

Итак, при низких энергиях составная частица выглядит как элементарная. Для эффективного описания таких частиц при низких энергиях вполне можно считать, что они являются квантами некоторого поля. Если спин составной частицы равен нулю, то это поле будет скалярным.

Подобная ситуация реализуется, например, в физике  $\pi$ -мезонов, частиц со спином 0. До середины 60-х годов не было известно, что  $\pi$ -мезоны состоят из кварков и антикварков [9]. Тогда  $\pi$ -мезоны описывались элементарными скалярными<sup>10</sup> полями. Теперь мы знаем, что  $\pi$ -мезоны – составные частицы, но «старая» полевая теория  $\pi$ -мезонов остается в силе постольку, поскольку рассматриваются процессы при низких энергиях (см. рис. на с. 100). Лишь при энергиях порядка 1 ГэВ и выше начинает проявляться кварковая структура  $\pi$ -мезонов, и эта теория перестает работать. Энергетический масштаб 1 ГэВ здесь появился не случайно: это масштаб сильных взаимодействий, связывающих кварки в  $\pi$ -мезоны, протон, нейтрон и т.д., это масштаб масс сильновзаимодействующих частиц, например, протона. Отметим, что сами  $\pi$ -мезоны стоят особняком: по причине, о которой

<sup>10</sup> Точнее, псевдоскалярными, но эта тонкость для нас несущественна.

мы не будем здесь говорить, они имеют гораздо меньшие массы:  $m_{\pi^\pm} = 140$  МэВ,  $m_{\pi^0} = 135$  МэВ.

Итак, скалярные поля, ответственные за спонтанное нарушение симметрий, могут в принципе быть составными. Именно такая ситуация предполагается в модели техницвета. При этом три бесспиновых кванта, которые поедаются  $W^\pm$ - и  $Z$ -бозонами и становятся их недостающими спиновыми состояниями, имеют близкую аналогию с  $\pi^+$ -,  $\pi^-$ - и  $\pi^0$ -мезонами. Только соответствующий энергетический масштаб – не 1 ГэВ, а несколько ТэВ. В такой картине ожидается существование множества новых составных частиц – аналогов протона, нейтрона и т.д. – с массами в области нескольких ТэВ. Сравнительно легкий бозон Хиггса в ней, наоборот, отсутствует. Еще одна особенность модели в том, что  $W^\pm$ - и  $Z$ -бозоны являются в ней отчасти составными частицами, поскольку, как мы сказали, некоторые их компоненты аналогичны  $\pi$ -мезонам [10]. Это должно было бы проявляться во взаимодействиях  $W^\pm$ - и  $Z$ -бозонов.

Именно последнее обстоятельство привело к тому, что модель техницвета (по крайней мере в ее изначальной формулировке) была отвергнута задолго до недавнего экспериментального обнаружения нового бозона: точные измерения свойств  $W^\pm$ - и  $Z$ -бозонов на LEP и SLC не согласуются с предсказаниями модели. Открытие же нового бозона окончательно поставило крест на модели техницвета. Красивая теория была разгромлена упрямыми экспериментальными фактами! Тем не менее мне, как и ряду других теоретиков, идея о составных скалярных полях представляется более привлекательной по сравнению с теорией Энглера–Браута–Хиггса, использующей элементарные скалярные поля. Конечно, после открытия в ЦЕРНе нового бозона идея о составленности оказалась в более трудном положении, чем раньше: если эта частица составная, она должна достаточно успешно мимикрировать под элементарный бозон Хиггса. И все же поживем – увидим, что скажут по этому поводу эксперименты на Большом адронном коллайдере, в первую очередь более точные измерения свойств нового бозона.

## 5. Открытие сделано. Что дальше?

Вернемся, в качестве рабочей гипотезы, к минимальной версии теории – Стандартной Модели с одним элементарным бозоном Хиггса. Поскольку в этой теории именно поле (точнее, поля) Энглера–Браута–Хиггса дает массы всем элементарным ча-

стицам, взаимодействие каждой из этих частиц с бозоном Хиггса жестко фиксировано. Чем больше масса частицы, тем сильнее взаимодействие; чем сильнее взаимодействие, тем более вероятен распад бозона Хиггса на пару частиц данного сорта. Распады бозона Хиггса на пары реальных частиц  $t\bar{t}$  и  $W^+W^-$  запрещены законом сохранения энергии, который требует, чтобы сумма масс продуктов распада была меньше массы распадающейся частицы (опять вспоминаем  $E = mc^2$ ), а у нас, напомним,  $m_H \approx 125$  ГэВ,  $m_t = 173$  ГэВ,  $m_Z = 91$  ГэВ и  $m_W = 80$  ГэВ. Следующим по массе стоит  $b$ -кварк с  $m_b = 4$  ГэВ, и именно поэтому, как мы говорили, бозон Хиггса охотнее всего распадается на пару  $b\bar{b}$ . Интересен и распад бозона Хиггса на пару довольно тяжелых  $\tau$ -лептонов  $H \rightarrow \tau^+\tau^-$  ( $m_\tau = 1,8$  ГэВ); он должен происходить с вероятностью 6% (это означает, что так распадаются 6 бозонов Хиггса из 100). Распад  $H \rightarrow \mu^+\mu^-$  ( $m_\mu = 106$  МэВ) должен происходить с еще меньшей, но все еще неисчезающей вероятностью 0,02%. Помимо обсуждавшихся выше распадов  $H \rightarrow \gamma\gamma$ ,  $H \rightarrow 4l$  и  $H \rightarrow 2l 2\nu$ , отметим еще распад  $H \rightarrow Z\gamma$ , вероятность которого должна составлять 0,15%. Все эти вероятности можно будет измерить на Большом адронном коллайдере, и любое отклонение от этих предсказаний будет означать, что наша рабочая гипотеза – Стандартная Модель – неверна. И наоборот, согласие с предсказаниями Стандартной Модели будет все больше и больше убеждать нас в ее справедливости.

То же можно сказать и о рождении бозона Хиггса в столкновениях протонов на Большом адронном коллайдере. Бозон Хиггса может родиться в одиночку, или вместе с парой легких кварков высоких энергий, или вместе с одним  $W$ - или  $Z$ -бозоном, или, наконец, вместе с парой  $t\bar{t}$ . Частицы, рождающиеся вместе с бозоном Хиггса, можно детектировать и отождествлять, поэтому разные механизмы рождения можно изучать на Большом адронном коллайдере по отдельности. Тем самым можно извлекать информацию о взаимодействии бозона Хиггса с  $W^{\pm}$ ,  $Z$ -бозонами и  $t$ -кварком.

Наконец, важным свойством бозона Хиггса является его взаимодействие с самим собой. Оно должно проявляться в процессе  $H^* \rightarrow HH$ , где  $H^*$  – виртуальная частица [11]. В Стандартной Модели свойства этого взаимодействия тоже однозначно предсказываются. Впрочем, его изучение – дело отдаленного будущего.

Итак, на Большом адронном коллайдере имеется обширная программа исследования взаимодействий нового бозона. В ре-

зультате ее выполнения станет более или менее ясно, описывается ли природа Стандартной Моделью или мы имеем дело с какой-то другой, более сложной (а может быть, и более простой) теорией. Дальнейшее продвижение связано с существенным повышением точности измерений; оно потребует строительства нового ускорителя –  $e^+e^-$ -коллайдера с рекордной для этого типа машин энергией. Очень может быть, что на этом пути нас поджидает масса сюрпризов.

## **6. Вместо заключения: в поисках «новой физики»**

С «технической» точки зрения Стандартная Модель внутренне непротиворечива. Это означает, что в ее рамках можно – хотя бы в принципе, а как правило, и на практике – вычислить любую физическую величину (разумеется, относящуюся к тем явлениям, которые призвана описывать Стандартная Модель, см. примеч. 2), и результат не будет содержать неопределенностей. Тем не менее, многие теоретики считают положение дел в Стандартной Модели не вполне удовлетворительным, мягко говоря. И связано это в первую очередь с ее энергетическим масштабом.

Как ясно из предыдущего, энергетический масштаб Стандартной Модели имеет порядок  $M_{SM} = 100$  ГэВ (мы здесь не говорим о сильных взаимодействиях с масштабом 1 ГэВ, с этим масштабом все проще). Это – масштаб масс  $W^\pm$ - и  $Z$ -бозонов и бозона Хиггса. Много это или мало? С экспериментальной точки зрения – немало, а вот с теоретической...

В физике имеется еще один масштаб энергий. Он связан с гравитацией и равен массе Планка  $M_{Pl} = 10^{19}$  ГэВ. При низких энергиях гравитационные взаимодействия между частицами пренебрежимо слабы, но они усиливаются с ростом энергии, и при энергиях порядка  $M_{Pl}$  гравитация становится сильной. Область энергий выше  $M_{Pl}$  – это область квантовой гравитации, что бы она из себя не представляла. Для нас важно, что гравитация – самое, пожалуй, фундаментальное взаимодействие, и гравитационный масштаб  $M_{Pl}$  – самый фундаментальный масштаб энергий. Почему же тогда масштаб Стандартной Модели  $M_{SM} = 100$  ГэВ так далек от  $M_{Pl} = 10^{19}$  ГэВ?

У обозначенной проблемы есть еще один, более тонкий аспект. Он связан со свойствами физического вакуума. В кван-

товой теории вакуум – основное состояние природы – устроен совсем нетривиально. В нем все время рождаются и уничтожаются виртуальные частицы [11], иными словами, образуются и исчезают флуктуации полей. Непосредственно наблюдать эти процессы мы не можем, но они оказывают влияние на наблюдаемые свойства элементарных частиц, атомов и т.д. Например, взаимодействие электрона в атоме с виртуальными электронами и фотонами приводит к наблюдаемому в атомных спектрах явлению – лэмбовскому сдвигу. Другой пример – поправка к магнитному моменту электрона или мюона (аномальный магнитный момент), тоже обусловленная взаимодействием с виртуальными частицами. Эти и подобные эффекты вычислены и измерены (в указанных случаях с фантастической точностью!), так что мы можем быть уверены, что имеем правильную картину физического вакуума.

В этой картине **все** параметры, изначально закладываемые в теорию, получают поправки, связанные с взаимодействием с виртуальными частицами. Их называют радиационными поправками. В квантовой электродинамике эти поправки малы, а вот в секторе Энглера–Браута–Хиггса они огромны. Такова особенность элементарных скалярных полей, составляющих этот сектор; у других полей этого свойства нет. Главный эффект здесь состоит в том, что радиационные поправки стремятся «подтянуть» энергетический масштаб Стандартной Модели  $M_{SM}$  к гравитационному масштабу  $M_{Pl}$ . Если оставаться в рамках Стандартной Модели, то единственный выход – подобрать исходные параметры теории так, чтобы вместе с радиационными поправками они приводили к правильному значению  $M_{SM}$ . При этом выясняется, что точность подгонки должна составлять величину, близкую к  $M_{SM}^2/M_{Pl}^2 = 10^{-34}$ ! В этом и состоит второй аспект проблемы энергетического масштаба Стандартной Модели: представляется неправдоподобным, что такая подгонка имеет место в природе.

Многие (хотя, повторим, не все) теоретики считают, что эта проблема однозначно свидетельствует о необходимости выхода за рамки Стандартной Модели. Действительно, если Стандартная Модель перестает работать или существенно расширяется на энергетическом масштабе  $M_{NP}$ , то аргумент о радиационных поправках модифицируется. Требуемая точность подгонки параметров в этом случае составляет, грубо говоря,  $M_{SM}^2/M_{NP}^2$ , а на самом деле на пару порядков слабее. Если считать, что тонкой

подстройки параметров в природе нет, то отсюда следует, что масштаб «новой физики» должен лежать в области 1–2 ТэВ, т.е. как раз в области, доступной для исследования на Большом адронном коллайдере!

Какой могла бы быть «новая физика»? Единства у теоретиков по этому поводу нет. Один вариант – составная природа скалярных полей, обеспечивающих спонтанное нарушение симметрии. О нем мы говорили в разделе 4. Другая, тоже популярная (пока?) возможность – суперсимметрия. На ней мы останавливаться не будем; скажем только, что суперсимметрия предсказывает целый зоопарк новых частиц с массами в области сотен ГэВ – нескольких ТэВ. Обсуждаются и весьма экзотические варианты вроде дополнительных измерений пространства.

Несмотря на все усилия, до сих пор никаких экспериментальных указаний на «новую физику» получено не было. Это, вообще-то, уже начинает внушать тревогу: а правильно ли мы все понимаем? Вполне возможно, впрочем, что мы еще не добрались до «новой физики» по энергии и по количеству набранных данных, и что именно с ней будут связаны новые, революционные открытия. Основные надежды здесь возлагаются опять-таки на Большой адронный коллайдер, который через полтора года начнет работать на полную энергию 13–14 ТэВ и быстро набирать данные. Следите за новостями!

## 7. Приложение. Коллайдеры высоких энергий

Коллайдер – ускоритель со встречными пучками частиц, в котором частицы сталкиваются «лоб в лоб». В электрон-позитронных коллайдерах (другое название –  $e^+e^-$ -коллайдеры) сталкиваются электроны и позитроны. До настоящего времени были созданы также протон-антипротонные, протон-протонные, электрон-протонные и ядро-ядерные (или тяжелоионные) коллайдеры. Остальные возможности, например,  $\mu^+\mu^-$ -коллайдер, пока только обсуждаются. Среди всех типов коллайдеров основными для физики элементарных частиц являются протон-антипротонные, протон-протонные и электрон-позитронные. Некоторые из них перечислены ниже. О различиях между протон-антипротонными и протон-протонными коллайдерами, с одной стороны, и электрон-позитронными коллайдерами с другой см. в конце этого приложения.

• Большой адронный коллайдер – протон-протонный, он ускоряет два пучка протонов друг навстречу другу<sup>11</sup>. Проектная энергия протонов в каждом из пучков составляет 7 ТэВ, так что полная проектная энергия столкновения – 14 ТэВ. В 2011 г. Большой адронный коллайдер работал на половине этой энергии, т.е. полная энергия столкновения составляла 7 ТэВ, а в 2012 г. – на полной энергии 8 ТэВ. Большой адронный коллайдер представляет собой кольцо длиной 27 км, в котором протоны ускоряются и удерживаются магнитным полем, создаваемым сверхпроводящими магнитами. Столкновения протонов происходят в четырех местах, где расположены детекторы, регистрирующие частицы, рождающиеся в этих столкновениях. Два из этих детекторов – ATLAS и CMS – предназначены для исследований в области физики элементарных частиц при высоких энергиях, а два других – LHCb и ALICE – для исследований частиц, в составе которых имеются *b*-кварки, и для исследований горячей и плотной кварк-глюонной материи, соответственно.

Предыдущие коллайдеры наиболее высоких энергий:

• *Spp-S* – протон-антипротонный коллайдер в ЦЕРНе. Длина кольца – 6,9 км, максимальная энергия столкновения – 630 ГэВ. Работал с 1981 по 1990 г.

• LEP – кольцевой электрон-позитронный коллайдер с максимальной энергией столкновения 209 ГэВ, расположенный в том же туннеле, что и Большой адронный коллайдер. Работал с 1989 по 2000 г.

• SLC – линейный электрон-позитронный коллайдер в SLAC, США. Энергия столкновения – 91 ГэВ (масса *Z*-бозона). Работал с 1989 по 1998 г.

• Tevatron – кольцевой протон-антипротонный коллайдер в Fermilab, США. Длина кольца 6 км, максимальная энергия столкновения – 2 ТэВ. Работал с 1987 по 2011 г.

Сравнивая протон-протонные и протон-антипротонные коллайдеры с электрон-позитронными, нужно иметь в виду, что протон – составная частица, он содержит в себе кварки и глюоны. Каждый из этих кварков и глюонов несет лишь часть энергии протона. Поэтому в случае Большого адронного коллайдера, например, энергия элементарного столкновения (между двумя кварками, между двумя глюонами или кварка с глюоном) заметно

<sup>11</sup> Предусмотрена и его работа как тяжелоионного коллайдера, но это к теме статьи отношения не имеет.

ниже суммарной энергии сталкивающихся протонов (14 ТэВ при проектных параметрах). Из-за этого область энергий, доступных для изучения на Большом адронном коллайдере, достигает «все-го» 2–4 ТэВ, в зависимости от изучаемого процесса. Такой особенности у электрон-позитронных коллайдеров нет: электрон – элементарная частица.

Плюс протон-протонных (и протон-антипротонных) коллайдеров в том, что даже с учетом этой особенности достичь высоких энергий столкновений на них технически проще, чем на электрон-позитронных. Есть и минус. Из-за составной структуры протона, а также из-за того, что кварки и глюоны взаимодействуют между собой гораздо сильнее, чем электроны с позитронами, в столкновениях протонов происходит гораздо больше событий, не имеющих интереса с точки зрения поиска бозона Хиггса или других новых частиц и явлений. Интересные же события выглядят в протонных столкновениях более «грязными», в них рождается много «посторонних», неинтересных частиц (столкните кирпич с кирпичом и попробуйте узнать, нет ли среди осколков чего-нибудь интересного). Все это создает «шум» (фон), выделить из которого сигнал в случае протон-протонных коллайдеров сложнее, чем в случае электрон-позитронных. Соответственно, ниже и точность измерений. Из-за этих плюсов-минусов протон-протонные (и протон-антипротонные) коллайдеры называют машинами открытий, а электрон-позитронные – машинами точных измерений.

### Пояснения

- [1] Кварки – один из типов элементарных частиц. В свободном состоянии они в природе не наблюдаются, всегда связываются друг с другом и образуют составные частицы – адроны ( $t$ -кварк – исключение, он распадается до того, как объединится с другими кварками или антикварками в адрон). К адронам относятся протон, нейтрон,  $\pi$ -мезоны,  $K$ -мезоны и др.
- [2] Мюон – тяжелый, нестабильный аналог электрона с массой  $m_\mu = 106$  МэВ. Время жизни мюона  $\tau_\mu = 2 \times 10^{-6}$  с достаточно велико для того, чтобы он пролетал через весь детектор, не распадаясь.
- [3] Это следует, например, из сохранения углового момента в распаде  $H \rightarrow \gamma\gamma$ : спин каждого из фотонов целый, целыми всегда является и орбитальный угловой момент, в данном случае пары фотонов. Поэтому полный угловой момент конечного, а значит и начального состояния тоже целый.
- [4] Спин – это вектор, векторная сумма спинов двух фотонов может быть равна нулю; с другой стороны, орбитальный угловой момент двух фотонов может принимать любое целое значение, поэтому закон сохранения углового момента не запрещает высокого значения спина  $H$ -частицы.

- [5] b-кварк – один из шести типов кварков, второй по массе после t-кварка.
- [6] Отметим, что все перечисленные частицы, кроме протона, электрона, нейтрино и их античастиц, нестабильны: они распадаются на другие частицы. Впрочем, два типа нейтрино из трех тоже должны быть нестабильными, но их время жизни чрезвычайно велико. В физике микромира действует принцип: «Все, что может происходить, действительно происходит». Поэтому стабильность частицы связана с каким-то законом сохранения. Электрону и позитрону запрещает распадаться закон сохранения заряда (электрон и позитрон – легчайшие частицы с зарядом  $-1$  и  $+1$ , соответственно). Легчайшее нейтрино (легчайшая частица спина  $1/2$ ) не может распадаться из-за сохранения углового момента. Распад протона запрещен законом сохранения еще одного «заряда», который называют барионным числом (барионное число протона по определению равно  $1$ , а у более легких частиц оно равно нулю). Кстати, с барионным числом связана еще одна внутренняя симметрия, общее правило действует. Является ли эта симметрия точной или приближенной, в точности ли стабилен протон или он имеет конечное, хотя и очень большое время жизни – предмет отдельного разговора.
- [7] Мы здесь несколько упрощаем ситуацию, не греша, впрочем, против существа дела. В действительности фотоны,  $W^\pm$ - и  $Z$ -бозоны вместе описываются единой теорией с общей, довольно широкой внутренней симметрией.
- [8] Оговорки здесь и ниже связаны с тем, что довольно похожие механизмы были известны до этого в физике конденсированных сред благодаря работам Лондона, Гинзбурга–Ландау, Боголюбова, Бардина–Купера–Шриффера, Андерсона и других.
- [9] Кварковый состав  $\pi^{+-}$ ,  $\pi^-$  и  $\pi^0$ -мезонов – это  $ud$ – $du$  и комбинация из  $uu$  и  $dd$ , соответственно.
- [10] Такая возможность согласуется с тем, что  $W^\pm$ - и  $Z$ -бозоны имеют массы, малые по сравнению с новым энергетическим масштабом порядка нескольких ТэВ: как мы отмечали,  $\pi$ -мезоны тоже имеют малые массы по сравнению с адронным масштабом  $1$  ГэВ.
- [11] Виртуальная частица отличается от реальной тем, что для реальной частицы выполняется обычное релятивистское соотношение между энергией и импульсом  $E^2 = p^2c^2 + m^2c^4$ , а для виртуальной – не выполняется. Такое возможно благодаря квантовомеханическому соотношению  $\Delta E \times \Delta t \sim \hbar$  между неопределенностью энергии  $\Delta E$  и длительностью процесса  $\Delta t$ . Поэтому виртуальная частица почти мгновенно распадается или аннигилирует с другой (ее время жизни  $\Delta t$  очень мало), а реальная живет заметно дольше или вообще стабильна.

# Сергей Петрович Капица

1928–2012



Известный ученый-физик и пропагандист научных знаний Сергей Петрович Капица родился 14 февраля 1928 г. в Кембридже (Великобритания). В 1935 г. семья Капицы возвращается в СССР, и с этого времени Капица живет в Москве. В 1949 г. он окончил Московский авиационный институт и тогда же начал научную деятельность. Работал в таких областях физики, как сверхзвуковая аэродинамика, земной магнетизм, прикладная электродинамика, физика элементарных частиц. С 1956 г. преподавал в Московском физико-техническом институте, в 1965 г. получил звание профессора. Был главным научным сотрудником Института физических проблем им. П.Л. Капицы (его отца). В 1973 г. С.П. Капица опубликовал книгу «Жизнь науки», которая послужила предпосылкой к появлению известной телепередачи «Очевидное – невероятное».

---

которую Сергей Петрович вел (с перерывом по вине ТВ) до последних дней жизни. Разработал математическую модель гиперболического роста численности населения Земли. Характерной чертой его научного и педагогического творчества было не получение конкретных научных результатов, а стремление создать и донести до слушателей, зрителей и читателей целостную научную картину мира. Для нашей молодежи он делал ту же благородную работу, что и Жюль Верн, и Камилл Фламарион в свое время доступными тогда способами. Сергей Петрович был членом Комиссии РАН по борьбе с лженаукой и фальсификацией научных исследований и членом редколлегии бюллетеня «В защиту науки». Умер в Москве 14 августа 2012 г.

## Памяти Сергея Петровича Капицы

*Р.Ф. Полищук*

Мыслитель и просветитель Сергей Петрович Капица скончался в Москве 14 августа 2012 г. в возрасте восьмидесяти четырёх с половиной лет. Российская и мировая наука потеряла в его лице своего мощного защитника. Как ученый и член Комиссии Российской академии наук по борьбе с лженаукой и фальсификацией научных исследований он тяжело переживал упадок престижа науки в своём Отечестве. Этот упадок связан, как он говорил, с частичным распадом общественного сознания, что в свою очередь связано со сменой мировоззренческой установки российского народа. Отсюда, как он сказал, *растерянность в умах в наше переходное время*. Приводя пример упадка науки в Германии после прихода и последующего ухода германского фашизма, Сергей Петрович констатировал, что для возрождения науки в стране потребуется 50–100 лет. Когда один наш министерский чиновник спрашивал его, сколько же нужно платить ученым за их научную деятельность, Сергей Петрович ответил: *Столько же, сколько сейчас, только не в рублях, а в долларах*. И это – не шуточное преувеличение: именно настолько различается, например, стипендия аспирантов в России и в развитых странах, где понимают, что упор на науку – необходимое (хоть и не единственное) условие достойного развития достойной уважения страны.

Однажды в беседе со мной С.П. говорил, что как в преступном мире мелкие преступники вначале конкурируют друг с другом и тем друг друга несколько нейтрализуют, а потом мелкая преступность вырастает в большую организованную преступность, так и лжеученые вначале несколько нейтрализуют друг друга их несовместимыми псевдонаучными концепциями, а потом разрозненная лженаука вырастает в организованную систему лженауки, угрожающую интеллекту своего народа и безопасности своего государства.

Сергей Петрович в одном интервью утверждал: *Торможения пока не видно. С тех пор, как я стал заниматься популяризацией науки, проблема стала еще острее. Деятельность всевозможных астрологов и шарлатанов стала более широкой. Это существенный вопрос. Объемы средств, которые обращаются в этой сфере, сравнимы с финансированием науки в целом. Отношение к*

науке в государстве напоминает мне анекдот про лошадь и цыгана, который в целях экономии стал давать ей вдвое меньше овса – и ничего, ходит. Тогда он сократил паек еще вдвое – опять жива. Цыган снова урезал количество овса. Наконец лошадь сдохла. Так и наука. Нельзя же так долго испытывать ее на выживаемость!

Добавим: дохлая лошадь – пиршество для трупных червей, и деградация науки и культуры – праздник для трупных червей культуры. В безответственных высказываниях в интернете Комиссию РАН по борьбе с лженаукой некоторые невежды пытаются приравнять к новой инквизиции, хотя Комиссия борется с лженаукой, а не с ее носителями (тут в случае криминальных стычек вмешиваются суды), и опирается наука не на авторитеты, но исключительно на силу фактов. К примеру, я неоднократно и безуспешно предлагал Алану Чумаку принести его «заряженную» воду к нам в ФИАН, чтобы сами приборы доказали наличие или отсутствие каких-либо зарядов, якобы передаваемых воде пассивными через телевизор. Наука ценой великих интеллектуальных усилий добыла твердо установленные факты мироустройства (типа невозможности вечного двигателя, отсутствия тонкой материи энергоинформационных полей – при естественном признании физических полей биологических объектов, и так далее), но люди юного познавательного возраста тянут обывателя в глубокие тылы науки.

Сергей Петрович родился в Кембридже (Англия) 14 февраля 1928 г. Всем известно имя его великого отца Петра Леонидовича Капицы и великого деда по матери Алексея Николаевича Крылова. Крестным отцом Сергея Петровича стал великий физиолог Иван Петрович Павлов. При этом про себя Сергей Петрович говорил: *я – православный русский атеист*. И в этом – вся широта натуры этого человека как просвещенного атеиста и мыслителя. Он понимал, что мир истины, в котором живет наука, шире мира мнений, в котором живут религии, политика и обыденное сознание. Напомним, что в эпоху возникновения мировых религий человечество пережило новую мировоззренческую развилку: одни люди перенесли акцент на океаническое чувство единения всего со всем и на ложность членения реальности на субъект и объект, на творца и творение (буддизм), другие же перенесли акцент на творчество как характеристическое свойство человека разумного и абсолютизировали творческую способность человека в образе творца всего сущего (теизм). Хотя у каждого верующего есть какая-то своя правда, универсальная процессивная истина

для всех одна, и ученому лучше не выбирать между различными верованиями, но идти дальше и рассматривать в более широком культурном контексте всю духовную историю человечества как единый ветвящийся противоречивый процесс. Дети проходят через веру в волшебные сказки, у взрослых людей – свои взрослые сказки, но потом должно приходиться понимание, что *«сказка – ложь, да в ней намек, добрым молодцам урок»*. Научная картина мира, соединяющая отдельные цвета радуги отдельных знаний и представлений о мире в единый спектр, интереснее любой сказки. Сергей Петрович уловил величие универсального научного подхода к пониманию действительности. Конечно, не единой наукой жив человек – вначале он просто жив и вначале по-детски нуждается в чудесах. Но для Сергея Капицы, как он говорил, *главное чудо – то, что мы живем. Сама наша жизнь – это, конечно, большое чудо. Рождение ребенка и то, что происходит с ним на наших глазах, когда он за полтора-два года достигает такого колоссального прогресса, – это тоже совершенно невероятно, хотя очевидно!*

Отец Сергея Петровича приехал в Англию в 1921 г. вместе с Крыловым, Иоффе и другими учеными в рамках программы восстановления научных связей с европейской наукой. Это были естественные, а не философские науки: известный «философский пароход» вывез российских философов на Запад годом позже совсем с иными целями. Пётр Леонидович Капица с семьей вернулся в СССР в 1935 г. В 1949 г. Сергей Капица окончил Московский авиационный институт, в 33 года стал доктором физико-математических наук, работал в ЦАГИ (откуда был уволен из-за опалы своего отца), Институте физики Земли, Институте физических проблем, с 1965 г. долгие 35 лет заведовал кафедрой физики Московского физико-технического института. Он занимался задачами прикладной электродинамики, сверхзвуковой аэродинамики, земного магнетизма. Его серьезным научным достижением является участие в открытии закона гиперболического роста земного населения<sup>1</sup>). Переживаемая сегодня Россией драма ее истории есть один из предвестников глобального социального фазового перехода человечества. И дело здесь как в приближении предела количественного роста человечества, так и в приближении, доба-

---

<sup>1</sup>Точнее, в аппроксимации наблюдаемой усредненной кривой роста населения гиперболической функцией. В какой мере эта аппроксимация верна для больших интервалов времени, – неизвестно, в общем случае для таких кривых характерны колебательные циклы (прим. Редколлегии).

вим (это, в частности, точка зрения Анатолия Вассермана), критического предела роста количества производимых им различных товаров: этот рост уже через необходимость их учета и планирования продиктует необходимость перехода мировой экономики к плановой системе – изменится аттрактор эволюции человечества как социальной динамической системы. История вынашивает глубокие изменения, и даже сами нынешние суеверия Сергей Петрович считал симптомом расстройтва общества и естественной издержкой его противоречивого развития.

Среди публикаций Сергея Капицы отметим его великолепную книгу «Жизнь науки». Первое издание 1973 г. было дополнено его вторым, переработанным и дополненным изданием, выпущенным издательским домом ТОНЧУ в 2008 г. (592 страницы, тираж 1000 экземпляров). Сергей Петрович отобрал вступительные статьи около сотни классиков естествознания (от Коперника до Ландау) к их основополагающим трудам с добавлением материалов по биографии ученых. Предисловия потому привлекли внимание С.П., что именно там классики науки обращались к широкому кругу читателей с объяснением цели, значения и метода их работ. Как говорит С.П., *именно этот текст, написанный одним движением души, точно и непосредственно передает мысли и чувства автора в момент наивысшего творческого подъема*. Если профессиональные научные трактаты написаны, как правило, как говорил Герцен, *птичьим языком*, неведомым непрофессионалам языком математических формул и терминов, то вступления написаны языком обычным. И они передают сам великий дух науки и научного творчества. Не случайно очарование духом науки привело Сергея Капицу к желанию поделиться своим восторгом с другими людьми на пути научного просвещения.

Символом научного просветительства и самой российской науки стала авторская телевизионная передача «Очевидное – невероятное», которую Сергей Петрович вел с 1973 г. В 1991 г. с распадом СССР прервалась на время и эта передача: наступил кризис российской науки и сознания части российского народа, опустившегося на докоммунистический и дохристианский уровень. В средства массовой информации ворвались колдуны, маги и прочая бездуховная мистика (вспомним Кашпировского, Чумака и им подобных). Возникла необходимость спланировать достойным людям различных мировоззренческих установок ради духовного возрождения России.

Достоинство и интеллигентность Сергея Капицы публично выражали и ученые (в частности, директор Института физических проблем имени П.Л. Капицы Александр Андреев говорил о передаче Сергею Капице генетического кода интеллигентности от его отца, хотя дело, конечно, не в биологическом, но в социокультурном наследственном коде, т.е. в воспитании), и деятели искусства (директор Пушкинского музея Ирина Антонова, балерина Майя Плисецкая и многие другие), и священнослужители. Я помню, как Интеллигент с большой буквы Сергей Петрович отметил интеллигентность знаменитого летчика Александра Васильевича Белякова (1897–1982) на его поминках (сам я познакомился у своего дяди А.В. с его гостем С.П. в 1957 г.), отмечая в нем сочетание качеств человека одновременно интеллигентного и военного (А.В. был генерал-лейтенантом авиации). Но тут внук Сталина Евгений Яковлевич Джугашвили возразил: *«Мы, военные, вам Белякова не отдадим, а для военного главное – убивать!»*. В этой «правде» нет главной правды: наши защитники шли воевать с убийцами и были готовы отдавать и отдавали свою жизнь ради своего рода и народа.

На панихиде Сергея Петровича 17 августа в Московском университете и на телепередаче «Прямой эфир» (с участием артистки Элины Быстрицкой, телеведущей Анны Шатиловой, вице-президента РАН Геннадия Месяца, одного священнослужителя – выпускника МФТИ и других), пущенной в эфир в тот же вечер в честь его памяти, священнослужители уважительно говорили о нем. Символично, что Сергей Петрович Капица как просвещенный атеист сумел объединить столь разных людей. При всей своей интеллектуальной честности, при всем откровенном и четком обозначении своей собственной мировоззренческой позиции он понимал, что людей сегодня следует делить прежде всего не по вере, а по нравственности и достоинству – ради возрождения нашего великого Отечества. Ведь мир есть не отсутствие войны, но добродетель, порожденная душевной мощью. И здесь мыслитель и просветитель Сергей Петрович Капица служит нам великим примером.

## Последнее интервью Сергея Петровича Капицы<sup>1</sup>

*«Наша наука очень неравномерна»*

– Давайте начнем с самого очевидного вопроса. Вы начали заниматься наукой еще при Сталине и продолжаете работать уже при третьем сроке Путина. Вы знакомы с тысячами ученых, десятками нобелевских лауреатов. Как бы вы охарактеризовали сегодняшнее состояние российской науки?

– Она в плохом состоянии – единственное, что можно сказать.

– Ну а если подробнее...

Наша наука находится в процессе реорганизации, перестройки. И еще: она очень неравномерна.

– Что значит «неравномерна»?

– У нас есть части, которые более-менее благополучны, а есть части, которые находятся в очень печальном состоянии.

– И что же у нас благополучно?

– Вот, например, работы, которые ведут физики в Новосибирске. Они сотрудничают с этим ускорителем, который построили в ЦЕРНе, и существенный вклад в него внесли. Математика у нас в хорошем состоянии, по крайней мере так сами математики говорят. Физика твердого тела и прикладная физика в среднем состоянии. Биология сейчас очень стремительно развивается, но мы за ней не поспеваем.

– А что в печальном состоянии?

– Воспроизводство кадров науки. Сейчас прервалась непрерывность образовательного процесса. У нас целое поколение покинуло страну из-за полной беспомощности.

– Это единственная проблема?

– Нет, конечно! Так и не сформулированы цели и задачи отечественной науки. Их нет, их никто не высказал. Понимаете, состояние науки есть результат развития самого общества.

– А что тогда, на ваш взгляд, происходит в обществе?

– У нас раздрай, мы не знаем, куда идем, мы меняем все время ориентиры.

---

<sup>1</sup> Воспроизводится в сокращении. Полная версия опубликована в журнале «Русский репортер» 23 августа 2012 г., № 33 (262).

**«У нас никогда не было организованной оппозиции»**

– Давайте тогда об обществе. По поводу протестов оппозиции высказались уже все, кто мог. Только ваше мнение мне нигде не попадалось. Вы готовы об этом говорить?

– Люди выходили на улицы не от хорошей жизни. У нас нет нормальных инструментов политического дискурса. Мы же ведь до сих пор, так сказать, в режиме диктатуры живем. Царское правительство так работало, советское тоже. Сейчас мы отходим от этой модели однопартийной, но процесс этот долгий. То, что он идет, – важный шаг вперед.

У нас никогда не было оппозиции, она только сейчас начинает как-то формироваться. Понимаете, нормальная партийная система подразумевает, что между собой соревнуются правые и левые, синие и красные. И людям, которые голосуют за ту или иную партию, приходится фактически отвечать на многие вопросы. Например, что важнее: вооружение или образование, здравоохранение или промышленность?

– В адрес тех, кто выходил на улицы, часто звучат обвинения: вы раскачиваете лодку, вы уводите страну от стабильности...

– Ну, это неизбежный шум вокруг таких процессов. Одни считают, что лодка раскачивается, другие – что успокаивается, третьи – что эта лодка плывет не туда и нужно менять курс. Исторический процесс – он осложняется со временем. Когда был царь или однопартийная система, то была ясность в рамках этой системы управления. Сейчас мы отказываемся от этой системы, и происходит это медленно, болезненно.

Когда люди выходят на улицу, они просто начинают говорить. Надо сказать, что политический контент, который мы слышим на площадях, – он не несет в себе информацию. Это в основном, так сказать, «шумим, братцы, шумим» – помните? Мы хотим все и сразу. Но сменить одну систему на другую очень сложно, это занимает долгие годы и связано с большим революционным изменением.

**«Я избегаю заграничных слов»**

– Давайте поговорим о совсем другом предмете – о русском языке. Просто вы сейчас произнесли два слова, которые характерны скорее для модной молодежной аудитории: «контент» и «дискурс»...

– Не вижу тут никакой проблемы. Можно было сказать «содержание» вместо «контента» и «обсуждение» вместо «дискурса». Это практически ничего не меняет.

– **Сегодня многие сетуют, что, мол, русский язык деградирует, одни иностранные слова и слышишь. Я недавно в сочинении одной абитуриентки прочитал: «Запад разрушает нашу культуру с помощью неологизмов». Вас это беспокоит?**

– Не вижу ничего в этом страшного. Обилие неологизмов – критерий быстрой эволюции языка. Это издержки исторического процесса. Русский язык – он очень богатый. То, что он заимствует, – это, можно сказать, его преимущество.

Вообще мы очень плохо понимаем, как формируется язык. Почему младенец в два-три года уже говорит так, как вам и не снилось? Никто же не знает до сих пор, каким образом знакомый этому маленькому человечку мир превращается в языковую картину.

– **Интересно, а к мату вы как относитесь? Это тоже для многих предмет переживаний.**

– Все зависит от уместности употребления. Почитайте, например, переписку Вяземского и Пушкина – там они использовали очень широкую палитру языковых средств. И при этом оба прекрасно владели русским языком. Весь вопрос в месте. Наверное, неправильно, когда мат превращается во вседвелеющую силу: мол, я назло министру культуры так скажу или напишу...

– **Я как-то слышал шутку, что при тотальном незнании латыни мат становится инструментом междисциплинарного общения.**

– Мне кажется, что современный язык науки справляется обычными средствами, вам не нужно расширять его за счет ненормативной лексики.

– **Вы общаетесь с аудиторией больше полувека. Вам приходилось менять свой язык, чтобы быть лучше понятым?**

– Это зависело от моих педагогических способностей, умения контактировать с аудиторией, выбирать язык и проблематику. Вы можете сказать простым языком, а можете сказать на таком псевдонаучном, заграничном, как я говорю, языке.

*«Как на языке Корана объяснить,  
что такое атомная бомба?!»*

– **Вы являетесь одним из руководителей Пагуошского комитета, который со времен Альберта Эйнштейна и Бертрана**

**Рассела выступал против распространения ядерного оружия. Еще в 80-е годы прошлого века ученые были наиболее радикальными сторонниками сокращения ядерных арсеналов. Куда сейчас делся этот научный пацифизм?**

– Понимаете, появление ядерного оружия – это был шок. Для того, чтобы это осознать, требуется длительная мыслительная работа. Нельзя просто сказать, что вы «за» или «против» ядерной бомбы. Надо осознать, что это качественно другое вооружение.

– **Но ядерное оружие существует уже больше полувека.**

– Ну, это малый срок. Вы хотите, чтобы все было быстро. Потому что самый знаменитый ученый, сам Эйнштейн, сказал, что это нехорошо, поэтому все должно измениться. Все, конечно, меняется, но очень медленно и подчиняется каким-то своим закономерностям, которые мы очень плохо понимаем.

– **Куда же делись антиядерные настроения среди ученых, да и в обществе в целом?**

– В какой-то степени они остались, только изменили свой адресат. Сейчас речь идет, например, о том, что будет, если атомная бомба окажется у Ирана. Как они ею распорядятся?

– **Вы хотите сказать, что наше мышление все-таки примирилось с существованием оружия массового поражения?**

– Ну, оно не примирилось. Скорее идет процесс овладения этим понятием. Мы сейчас гораздо лучше представляем себе последствия ядерной войны. Может, поэтому и воспринимаем эту проблему менее эмоционально, а не просто как грех, возведенный в бесконечную степень. Не ищите простых решений. Мы потратили целое поколение на то, чтобы понять, что такое ядерная война. И были люди, которые говорили, что да, это конец всем войнам и так далее. Была и формула Клаузевица: война – это есть продолжение политики иными средствами. Годится эта формула сейчас или не годится? Или другая проблема: как примирить идеологию христианскую, магометанскую, любую другую с реалиями ядерного века? Все это очень сложно.

– **Скажите, а лично у вас угроза ядерной войны вызывает беспокойство?**

– Ну, она вызывала и вызывает некое беспокойство. Я все-таки думаю над этими вопросами, участвую в дискуссиях...

*«Отход от справедливости ничего хорошего в себе не несет»*

– **Подозреваю, что все-таки ядерная угроза сейчас вас волнует не в первую очередь. А что вызывает беспокойство?**

**Я имею в виду глобально – на уровне страны, на уровне планеты?**

– В первую очередь – неравномерность развития.

**– Опять неравномерность! Вы имеете в виду богатых и бедных?**

– Да. Богатые и бедные. Внутри страны мы видим напряжение. В каком-то смысле социализм был абсолютно разумной идеей планомерного распределения ресурсов. А сейчас, видите, вот докатились до Рублевки...

**– Ну, Рублевка совсем рядом с вашей дачей, где мы сейчас беседуем.**

– Вот именно, сидя на Рублевке, я могу рассуждать на эти темы. Правда, это уже снобизм, не философия. Можно сказать, что я живу в привилегированном срезе нашего общества. Это часть той культуры, в которой я вырос, и вы не можете меня отделить от этой культуры.

**– Но ведь вы живете довольно скромно. А на той же Рублевке стоят особняки олигархов и высших чиновников. Как вы относитесь к людям, которые на много порядков богаче вас?**

– Ну, я наблюдаю порой и за ними. Часто вижу, что они не знают, что делать со своим богатством. Разумный капиталист должен вкладывать в новое производство. Этого не происходит. Человек эволюционно вырабатывает понятие ценности. Но смена этих ценностей происходит очень медленно. А у нас получается разрыв между нашими возможностями и сознанием.

**– Лично для вас насколько значимо ощущение справедливости?**

– Оно значимо. Потому что мне кажется, что отход от справедливости ничего хорошего в себе не несет. Это есть симптом неблагополучного состояния общества.

**– Вполне логично после вопроса о справедливости задать вопрос о равенстве...**

– Мне сразу вспоминается Джордж Оруэлл с его «Фермой животных»: все животные равны, но некоторые более равны, чем другие. Это сатира, конечно.

**– Конечно. Тем более что сам Оруэлл в молодости был троцкистом и отстаивал идею тотального равенства.**

– Вот левый уклон у него был, потом правый. Кто-то говорил, что, если человек в молодости не был идеалистом, он не познал всей полноценности человеческого бытия.

– **А у вас такая эволюция была?**

– Не знаю. Думаю, что была, потому что я как-то уделял этим вопросам известное внимание и думал над ними. Часто на дискуссиях по этому поводу я видел, что простых ответов нет.

– **Есть все-таки явления в этом мире, которые вызывают у вас сильные эмоции – положительные или отрицательные?**

– Нет, я нахожусь в счастливом состоянии, потому что у меня есть дело, есть интересы, которые этому делу отвечают. И эти интересы еще отвечают какой-то потребности общества — вот это важно.

– **Почему вы так много говорите об обществе, о цивилизации и так редко о себе, о своих чувствах?**

– Если я интересуюсь обществом, то я буду говорить именно в таких, более отвлеченных терминах. Это естественный процесс – отделять себя от объекта...

– **Последний вопрос. Подозреваю, что вам его задавали много раз, хотя он очень личный. Скажите, каково место бога в вашей картине мира?**

– Могу ответить классической цитатой: «Я не нуждаюсь в этой гипотезе». Когда меня спрашивают об этом, говорю, что я русский православный атеист. Понимаете, бог играл известную роль на более примитивных уровнях сознания. Современная наука обходится без него.

*Беседу провел Г. Тарасевич*

## Сведения об авторах

**Богданова Людмила Николаевна** – доктор физико-математических наук, ИТЭФ.

**Вайнберг Стивен** – американский физик-теоретик, член НАН США, работал в Массачусетском технологическом институте и Гарвардском университете, один из создателей единой модели слабого и электромагнитного взаимодействия и теории глюонов.

**Герштейн Семен Соломонович** – академик РАН, ИФВЭ.

**Жуков Борис Борисович** – научный журналист.

**Захаров Владимир Евгеньевич** – академик РАН, зав. сектором математической физики Физического института РАН, профессор Аризонского университета (США).

**Китаев Николай Николаевич** – кандидат юридических наук, доцент факультета права, социологии и СМИ Иркутского государственного технического университета.

**Китаева Валентина Николаевна** – кандидат юридических наук, кафедра уголовного процесса и криминалистики Байкальского государственного университета экономики и права.

**Кочаровский Владимир Владиленович** – зав. отделом Института прикладной физики РАН, член-корреспондент РАН, Н.-Новгород.

**Кутеева Галина Анатольевна** – кандидат физико-математических наук, доцент СПбГУ.

**Реутов Юрий Яковлевич** – доктор технических наук, Институт физики металлов Уральского отделения РАН, Екатеринбург.

**Рубаков Валерий Анатольевич** – академик, Институт ядерных исследований РАН, Москва.

**Соколов Леонид Леонидович** – доктор физико-математических наук, профессор СПбГУ.

**Пономарев Леонид Иванович** – член-корреспондент РАН, Российский научный центр «Курчатовский институт».

**Полищук Ростислав Феофанович** – доктор физико-математических наук, АКЦ ФИАН, Москва.

## Содержание

Эдуард Павлович Кругляков .....	3
<i>В.В. Путин.</i> Выступление на Общем собрании Российской академии наук 22 мая 2012 года .....	7
<i>В.Е. Захаров.</i> Испытание Петриком .....	15
<i>Л.Н. Богданова, С.С. Герштейн, Л.И. Пономарев.</i> В поисках вечного двигателя.....	20
<i>Ю.Я. Реутов.</i> Давайте все-таки подумаем! .....	36
<i>Л.Л. Соколов, Г.А. Кутеева.</i> О возможных соударениях астероидов с Землей .....	45
<i>Б.Б. Жуков.</i> Аномальные явления в НИИ нормальной физиологии РАМН.....	52
<i>Н.Н. Китаев, В.Н. Китаева.</i> Судебная экспертиза при изобличении мошенников-«экстрасенсов» .....	56
<i>Вл.В. Кочаровский.</i> Научнообразные медицинские сказки приносят доход .....	60
Беседа с академиком Б.Е.Чертоком. Полет на Марс возможен, но не нужен .....	64
<i>Ст. Вайнберг.</i> Единая физика к 2050 году? <i>Перевод А. Крашеницы</i> .....	71
<i>В.А. Рубаков.</i> К открытию новой фундаментальной частицы – бозона Хиггса – на Большом адронном коллайдере .....	84
Сергей Петрович Капица.....	110
<i>Р.Ф. Полищук.</i> Памяти Сергея Петровича Капицы .....	112
Последнее интервью Сергея Петровича Капицы .....	117
Сведения об авторах .....	123

Научно-популярное издание

## **В защиту науки**

**Бюллетень № 11**

*Утверждено к печати Комиссией РАН  
по борьбе с лженаукой и фальсификацией  
научных исследований*

Редактор *Н.Д. Александрова*

Художник *В.Ю. Яковлев*

Технический редактор *Т.В. Жмелькова*

Корректоры *З.Д. Алексеева, Г.В. Дубовицкая,*

*Е.А. Желнова, Р.В. Молоканова, Т.А. Печко,*

*Е.А. Сысоева, Т.И. Шепвалова*

Подписано к печати 28.11.2012  
Формат 60 × 90 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Гарнитура Таймс  
Печать офсетная  
Усл.печ.л. 8,0. Усл. кр.-отг. 8,5. Уч.-изд.л. 9,0  
Тип. зак.

Издательство “Наука”  
117997, Москва, Профсоюзная ул., 90

E-mail: [secret@naukaran.ru](mailto:secret@naukaran.ru)  
[www.naukaran.ru](http://www.naukaran.ru)

ППП “Типография “Наука”  
121099, Москва, Шубинский пер., 6

# АДРЕСА КНИГОТОРГОВЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ ТОРГОВОЙ ФИРМЫ “АКАДЕМКНИГА” РАН

## Магазины “Книга-почтой”

- 117192 Москва, Мичуринский проспект, 12; (код 495) 932-78-01  
Сайт: [www.LitRAS.ru](http://www.LitRAS.ru) E-mail: [info@LitRAS.ru](mailto:info@LitRAS.ru)  
197345 Санкт-Петербург, ул. Петрозаводская, 7 “Б”; (код 812) 235-40-64  
[ak@akbook.ru](mailto:ak@akbook.ru)

## Магазины “Академкнига” с указанием букинистических отделов и “Книга-почтой”

- 690002 Владивосток, Океанский проспект, 140 (“Книга-почтой”);  
(код 4232) 45-27-91 [antoli@mail.ru](mailto:antoli@mail.ru)  
620151 Екатеринбург, ул. Мамина-Сибиряка, 137 (“Книга-почтой”);  
(код 343) 350-10-03 [kniga@sky.ru](mailto:kniga@sky.ru)  
664033 Иркутск, ул. Лермонтова, 289 (“Книга-почтой”); (код 3952) 42-96-20  
[aknir@irlan.ru](mailto:aknir@irlan.ru)  
660049 Красноярск, ул. Сурикова, 45; (код 3912) 27-03-90 [akademkniga@bk.ru](mailto:akademkniga@bk.ru)  
220012 Минск, просп. Независимости, 72; (код 10375-17) 292-00-52, 292-46-52,  
292-50-43 [www.akademkniga.by](http://www.akademkniga.by)  
117312 Москва, ул. Вавилова, 55/7; (код 495) 124-55-00  
(Бук. отдел (код 495) 125-30-38)  
117192 Москва, Мичуринский проспект, 12; (код 495) 932-74-79  
127051 Москва, Цветной бульвар, 21, строение 2; (код 495) 621-55-96  
(Бук. отдел)  
117997 Москва, ул. Профсоюзная, 90; (код 495) 334-72-98  
105062 Москва, Б. Спасоглинищевский пер., 8 строение 4; (код 495) 624-72-19  
(Бук. отдел)  
630091 Новосибирск, Красный проспект, 51; (код 383) 221-15-60  
[akademkniga@mail.ru](mailto:akademkniga@mail.ru)  
630090 Новосибирск, Морской проспект, 22 (“Книга-почтой”);  
(код 383) 330-09-22 [akdmn2@mail.nsk.ru](mailto:akdmn2@mail.nsk.ru)  
142290 Пушкино Московской обл., МКР “В”, 1 (“Книга-почтой”);  
(код 49677) 3-38-80  
191104 Санкт-Петербург, Литейный проспект, 57; (код 812) 272-36-65  
199034 Санкт-Петербург, Менделеевская линия, 1; (код 812) 328-38-12  
199034 Санкт-Петербург, Васильевский остров, 9-я линия, 16;  
(код 812) 323-34-62  
634050 Томск, Набережная р. Ушайки, 18;  
(код 3822) 51-60-36 [akademkniga@mail.tomsknet.ru](mailto:akademkniga@mail.tomsknet.ru)  
450059 Уфа, ул. Р. Зорге, 10 (“Книга-почтой”); (код 3472) 23-47-62,  
23-47-74 [UfaAkademkniga@mail.ru](mailto:UfaAkademkniga@mail.ru)  
450025 Уфа, ул. Коммунистическая, 49; (код 3472) 72-91-85 (Бук. отдел)

## Коммерческий отдел, Академкнига. г. Москва

Телефон для оптовых покупателей: (код 499) 143-84-24; 143-89-35

Сайт: [www.LitRAS.ru](http://www.LitRAS.ru)

E-mail: [info@LitRAS.ru](mailto:info@LitRAS.ru)

Склад, телефон (код 495) 932-74-71

Факс (код 499) 143-89-35

---

*По вопросам приобретения книг  
государственные организации  
просим обращаться также  
в Издательство по адресу:  
117997 Москва, ул. Профсоюзная, 90  
тел. факс (495) 334-98-59  
E-mail: [initsiat@naukaran.ru](mailto:initsiat@naukaran.ru)  
[www.naukaran.ru](http://www.naukaran.ru)*

---