

Смотрящие в ОГОНЬ



*Товарищ, верь: взойдет она,
Звезда пленительного счастья...
А. С. Пушкин*

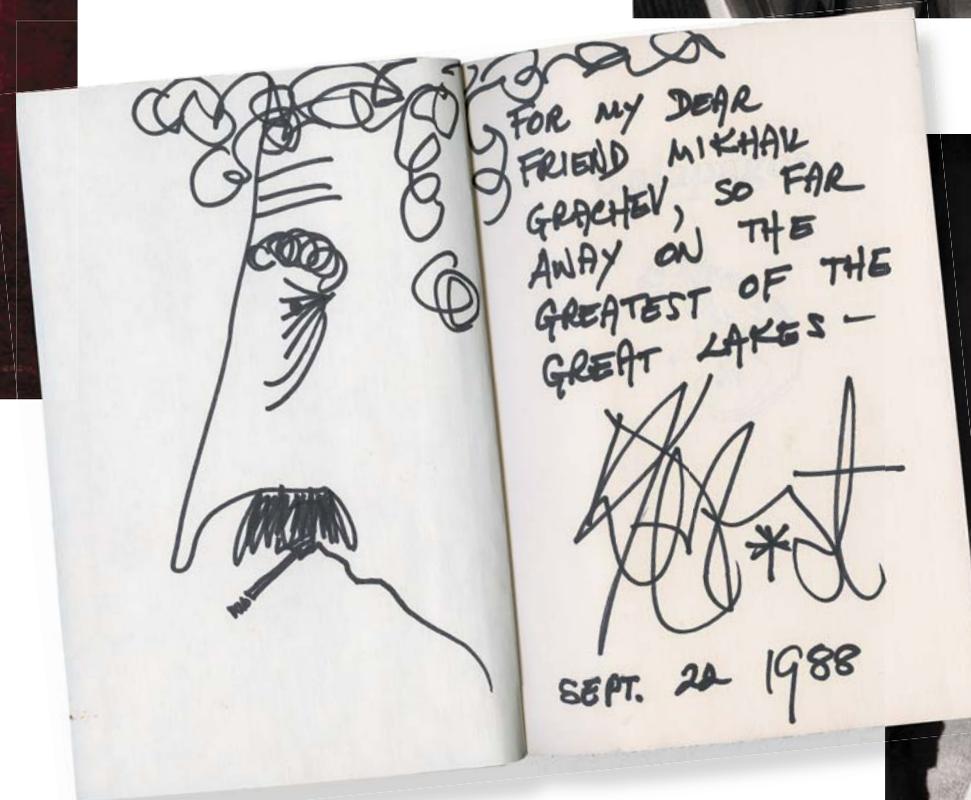
В 2014 году начата реформа российской науки. Многие коллеги этого очень испугались. Я же верю, что все будет хорошо (см. эпиграф). Надо просто найти общий язык с властью. В романах американского писателя Курта Воннегута приводятся короткие вставки – сюжеты научной фантастики. В одном из сюжетов на Землю из далекой галактики прилетает пришелец, чтобы сообщить землянам важнейшую информацию. Ростом пришелец был примерно полметра и походил на палку с конусом внизу. Приземлился он в огороде какого-то фермера. Он отбивал чечетку и попукивал, и фермер сразу его убил. А жаль – пришелец хотел сообщить человечеству, как избежать мировых войн, лечить рак, а также сказать фермеру,

что у него горит дом. Контакт не состоялся. Причина же была проста: чечетка и попукивание – это был язык пришельца, и фермер его не понял. Надо искать общий язык. Такие дела.

В Общероссийском классификаторе видов экономической деятельности наука и научное исследование отнесены к сфере услуг. Обидно. Это не только обидно, но и несправедливо. Такая классификация приводит к ложному, непродуктивному позиционированию власти и науки. Вместе с наукой туда попали кинематография, живопись, фотография и многое другое.

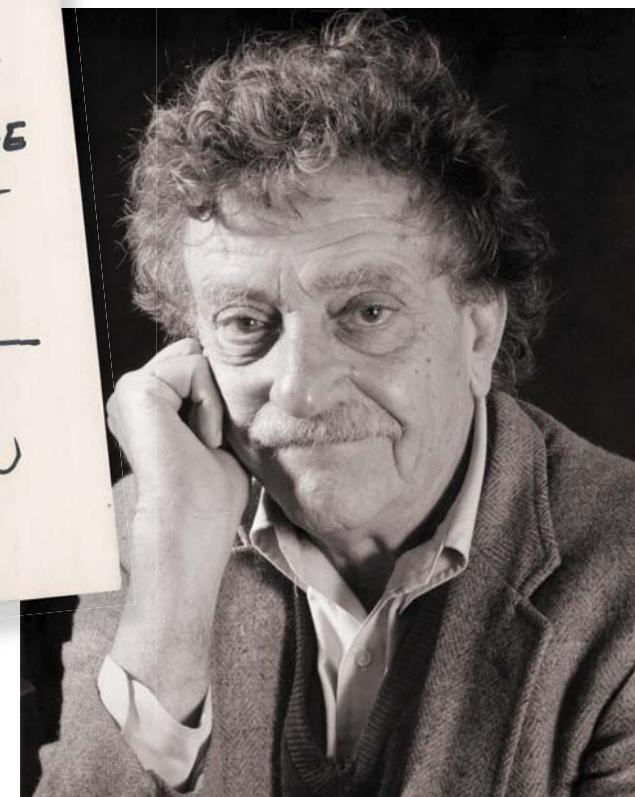
Услугой, по определению, является помощь, которая предоставляется по чей-то просьбе или заказу. Кто заказал Ван Гогу «Подсолнухи»? Никто. Он даже

Академик М. А. Грачев, автор статьи «Смотрящие в огонь», в далеком 1979 году на выставке в Госплане СССР с президентом АН СССР академиком А. П. Александровым и чл.-кор. АН СССР В. П. Мамаевым, Москва. Фото Р. И. Ахмерова



Автограф Курта Воннегута на форзаце его книги «Galapagos» (Галапагосы) (1985), подаренной автором М. А. Грачеву

© М. А. Грачев, 2014



Курт Воннегут. Фото Rosemary Carroll. Rosemary Carroll Photo@yahoo.com

продать не смог эту свою прекрасную картину, которая сегодня стоит многие миллионы долларов. Конечно, и художник, и ученый могут работать по заказу богатых заказчиков, но их товаром будет не фундаментальное достижение, а некий немедленно пригодный для употребления продукт.

Известно, что наука может быть прикладной и фундаментальной. У прикладного исследования может быть заказчик, который четко формулирует нужный ему конечный результат. Если результата нет – возникает неудовольствие заказчика, и наступает наказание исполнителя.

У фундаментальной науки заказчика нет, ученый, который «стоит у станка», сам формулирует идею и сам ее реализует. Позднее идея может попасть в какой-нибудь государственный план, и этот план утвердит управленец. Сам же по себе управленец не может сформулировать научную идею и даже готовую идею обычно не понимает. Более того, авторов идеи, особенно, если она прорывная и нетривиальная, зачастую не могут понять даже ближайшие по цеху коллеги и тем более ученые, далекие от той конкретной области знаний, к которой относится новая идея. Так или иначе, происходящее при реализации фундаментальной научной идеи никак нельзя описать столь любимыми экономистами терминами «заказ» и «услуга».

Что делать?

Фундаментальная наука не является услугой. Она мотивируется не возможностью получения прибыли, а совсем другим. Для того чтобы объяснить это, придется рассмотреть несколько известных исторических примеров.

В 1929 г., изучая микробов, английский ученый Александр Флеминг заметил, что они гибнут при воздействии неизвестного вещества, выделяемого простой хлебной плесенью. Это вещество впоследствии было названо пенициллином. Флеминг установил, что вещество из плесени убивает очень широкий круг микробов, в том числе весьма опасных для человека, например, синегнойную палочку, которая вызывает гангрену. Окончив исследования, он, однако, указал, что результат этого открытия никогда не станет важным для практики, поскольку пенициллин чрезвычайно неустойчив.

Через 10 лет англичане Флори и Чейн нашли способ очистки пенициллина и его получения в твердом состоянии, в результате антибиотик стал устойчивым и пригодным к практическому применению. Было налажено промышленное производство пенициллина. Интересно, что Флеминг отказался от подачи заявки на патент и не разрешил патентовать пенициллин своим партнерам. Сделал он это для того, чтобы избежать любых препятствий для постановки производства пенициллина в любых странах и в любых компаниях,

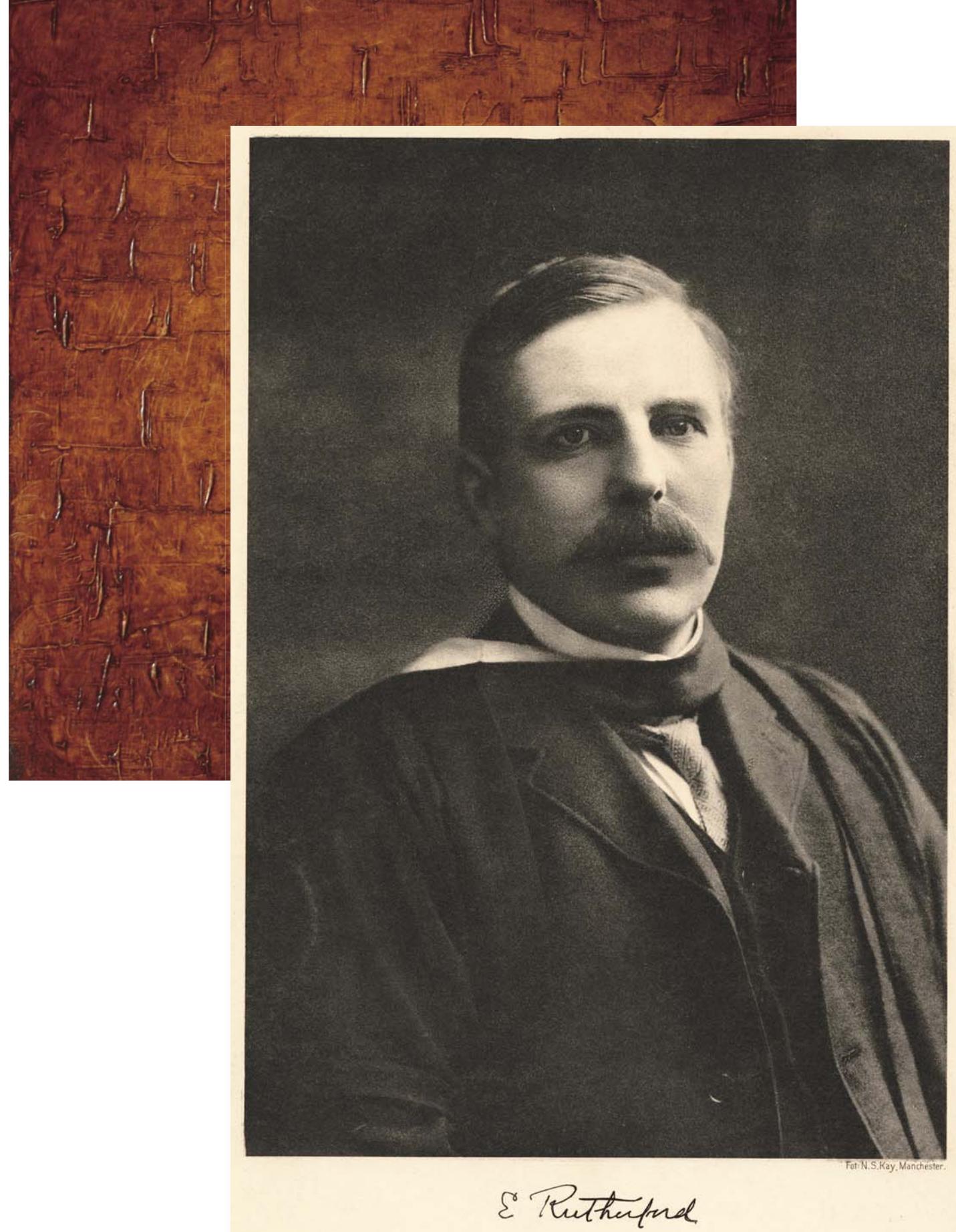
то есть его целью было не получение вознаграждения. Он хотел другого. Он хотел, чтобы пенициллин как можно скорее стал доступным людям всей планеты. В результате пенициллин начали производить сразу в нескольких странах. Уже в 1944 году благодаря пенициллину удалось спасти сотни тысяч жизней раненых английских и американских солдат, участвовавших в открытии второго фронта, в грандиозном сражении после высадки десанта союзников из Англии на континент для того, чтобы покончить с Гитлером. В том же 1944 году пенициллин стали производить и в СССР, где он тоже спас много солдатских жизней.

Мы хорошо знаем, что производство широчайшего спектра антибиотиков сейчас стало одной из главных отраслей медицинской промышленности и огромным источником прибыли. Затраты же на опыты Флеминга были ничтожны, затраты тех, кто наладил его очистку и первое промышленное производство, тоже были небольшими, зато позже инвестиции пошли неостановимым потоком.

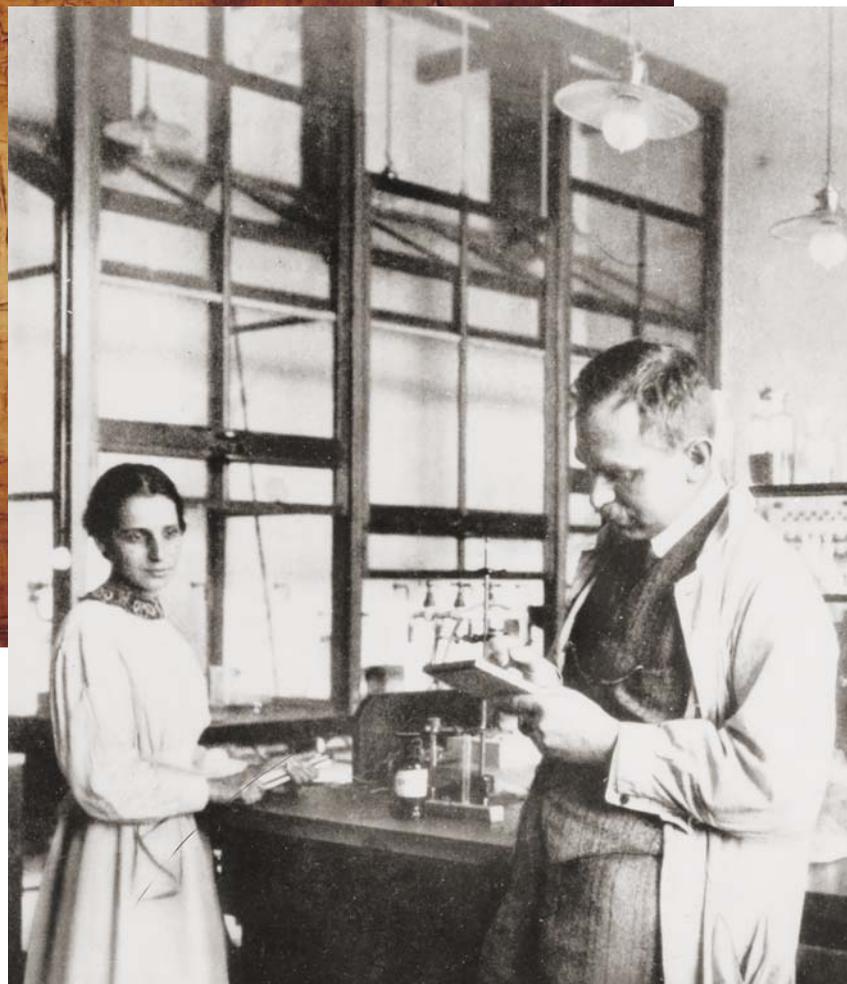
В России Министерство образования и науки запустило так называемые федеральные целевые программы, из средств которых оплачивались ориентированные научные исследования. На первом этапе средства выделялись группам исследователей, проводящих «нацеленные на практику фундаментальные исследования», и все необходимое финансирование было исключительно государственное. Можно было подать заявку на конкурс для получения денег на окончание фундаментальной работы и проведение первоначальных прикладных исследований и разработок, результаты которых были, однако, совершенно не пригодны для немедленного внедрения в практику, поскольку выделяемые средства были мизерными, а в дальнейшем развитии проекта требовалось софинансирование от бизнеса, который не торопился выдавать деньги из-за отдаленности перспективы получения прибыли.

Например, если бы такой инновацией в наши дни был пенициллин, потребовались бы сотни миллионов долларов и пять-семь лет работы для проведения клинических испытаний. До их проведения предлагаемый бизнесу пенициллин вследствие большого риска неудачи, был бы ему совершенно неинтересен.

Эрнест Резерфорд. Фотограф Н.С. Кэй, Манчестер.
Credit: Edgar Fahs Smith Collection
Kislak Center for Special Collections, Rare Books & Manuscripts
University of Pennsylvania Libraries, USA



Phot. N.S. Kay, Manchester.



Отто Ган и Лиза Мейтнер в лаборатории. 1913 г.
Public domain

Еще важнее был вывод Гана, Штрассмана и Мейтнер о том, что распад одного ядра урана рождает множество медленных нейтронов, которые попадают в другие ядра урана и вызывают их распад. Если масса урана-235 больше критической, возникает цепная реакция и происходит ядерный взрыв. Все коллеги Гана, Штрассмана и Мейтнер – умные ядерные физики в Германии, США, Англии, России и в других странах – сразу же поняли, что расщепление урана открывает прямой путь к созданию инновационного сверхоружия.

Из постоянно льющейся в уши информации об атаках террористов мы слышим, что тротильный эквивалент их устройств составляет иногда 200 граммов, иногда, крайне редко, 200 килограммов тротила, и знаем, какие последствия имеют организованные террористами взрывы. Масса тротила – тринитротолуола – в авиабомбе времен Второй мировой войны могла достигать 5000 килограммов. С помощью таких простых тротильных бомб англичанами, к примеру, был стерт с лица земли тихий германский город Дрезден, где жили только мирные жители и не было никакой промышленности. Расчеты физиков показали, что одна атомная бомба весом в одну тонну может мгновенно полностью разрушить город среднего размера. И это осознание послужило, говоря современным языком, «окончанием фундаментального исследования».

Никто не давал Гану, Штрассману и Мейтнер заказ на расщепление

ядра урана, да и кто мог его дать? Гитлер? Они все сделали сами. И за очень маленькие деньги. Было бы нелепо предполагать, что они хотели оказать кому-то услугу – ведь они сами не знали, что получится из их опытов, они просто исследовали устройство природы.

Прикладная стадия в этот раз не замедлила наступить. Многие физики, английские, американские, германские, изгнанные Гитлером и осевшие в Англии, Америке, Канаде, сразу же поняли, что Гитлер имеет шанс получить сверхоружие, и все обычные вооружения будут против этого сверхоружия бессильны. Они не хотели такого поворота мировой истории. В 1939 году после нападения Германии на Польшу официально началась Вторая мировая война. Международная команда физиков объяснила ситуацию Эйнштейну, жившему тогда в Америке, и он подписал составленное физиками письмо Президенту США Рузвельту. Рузвельт поверил Эйнштейну – ведь Эйнштейн был ученым номер один того времени, и Рузвельт приказал своим ведомствам немедленно начать работы по созданию атомной бомбы. В Англии к разработке такого же проекта в режиме глубочайшей секретности приступили немного раньше, но потом ядерщики из США, Англии и Канады и физики-эмигранты из многих стран мира объединились в США, где стартовал ядерный, так называемый, «Манхэттенский» проект. Все мы помним, что в августе 1945 года атомные бомбы стерли с лица земли японские города Хиросиму и Нагасаки, погибли многие сотни тысяч людей, по порядку величины – столько же, сколько в Дрездене.

Лиза Мейтнер. 1900 г.
Public domain

В наше смутное время неоднократно озвучивалась (ненавижу это слово) идея о том, что российская наука совсем не нужна – ведь все исследования высокого уровня все равно проводятся в развитых странах мира, а их прикладные результаты гораздо проще купить, чем тратиться на поддержание отечественной фундаментальной и прикладной науки. Однако Российская фундаментальная наука все-таки нужна.

В свое время, занимавшиеся фундаментальной ядерной физикой российские ученые в Ленинграде, Москве и Харькове мгновенно поняли результаты Гана, Штрассмана и Мейтнер и осознали возможность создания атомной бомбы. А ведь уже и в то время нашу науку могли оптимизировать –



Если бы государство было дальновиднее, оно полностью взяло бы на себя проведение клинических испытаний, и в этом случае за знания и методики, созданные учеными, получило бы отдачу сторицей, на уровне многих миллиардов долларов. Государство – большое, и рисковать ему легче, чем бизнесу, конечно, если ученые-разработчики, во-первых, совершенно честны, и, во-вторых, если их оконченная работа будет подвергнута всесторонней экспертизе при участии других умных и честных ученых и других специалистов.

Продолжим исторические примеры. В 1938 году германские ученые Ган, Штрассман и Мейтнер открыли деление ядра изотопа урана 235. Они установили, что при попадании, так называемого, медленного нейтрона ядро урана 235 расщепляется на две приблизительно равные части с выделением огромной энергии.

Ядерная физика в то время была в отношении всей физики маргинальной, по всему миру ею занималось всего несколько человек. Ведь еще в 1920-е годы великий физик Резерфорд, осознавший невообразимо огромную энергию, выделяющуюся при распаде атома природных радиоактивных элементов, заявил, что эту энергию никогда не удастся использовать на практике, поскольку ее потоком нельзя управлять: нельзя включить или выключить ее источник радиоактивности по мере необходимости, а уже выделившуюся энергию нельзя сохранить. Но великий Резерфорд оказался неправ.

закрыли бы ядерную физику как экономически бесполезную, и Гана, Штрассмана и Мейтнер не то чтобы воспроизвести, даже понять было бы некому.

22 июня 1941 года началась Великая Отечественная война, и многие ядерные физики, бывшие искренними патриотами, сменили свой профиль и занялись военными работами, например, размагничиванием наших кораблей. И все-таки незадолго до войны в Ленинграде было начато и уже во время войны, во время блокады Ленинграда, закончено строительство первого советского циклотрона – важнейшего инструмента ядерной физики. Об интереснейшей истории создания советского атомного оружия написано много, и я не буду повторяться. Для справедливости только отмечу, что вошедшее в обиход мнение, согласно которому решающий вклад в создание нашей атомной бомбы внесла Академия наук СССР, не совсем верно. Академия наук и Высшая школа сыграли решающую роль лишь в одном отношении – они поняли проблему, наметили пути ее решения и добились внимания правительства. Прикладная фаза проекта была настолько засекречена, что об участии АН СССР в целом в работах не могло быть и речи. Другое дело, что в создании нашей атомной бомбы принимали участие виднейшие и самые умные члены АН СССР, но работали они не в Академии, а в закрытых атомных городах.

Так или иначе в 1949 году первая наша атомная бомба была взорвана, а ведь в США уже были намечены 100 советских городов – первоочередных объектов атомной бомбардировки, и изготовление первых 100 атомных бомб шло полным ходом. К счастью, атомная демократизация СССР не состоялась, и мир прожил уже многие десятилетия без новой мировой войны только благодаря созданию советского атомного оружия. Такая вот услуга.

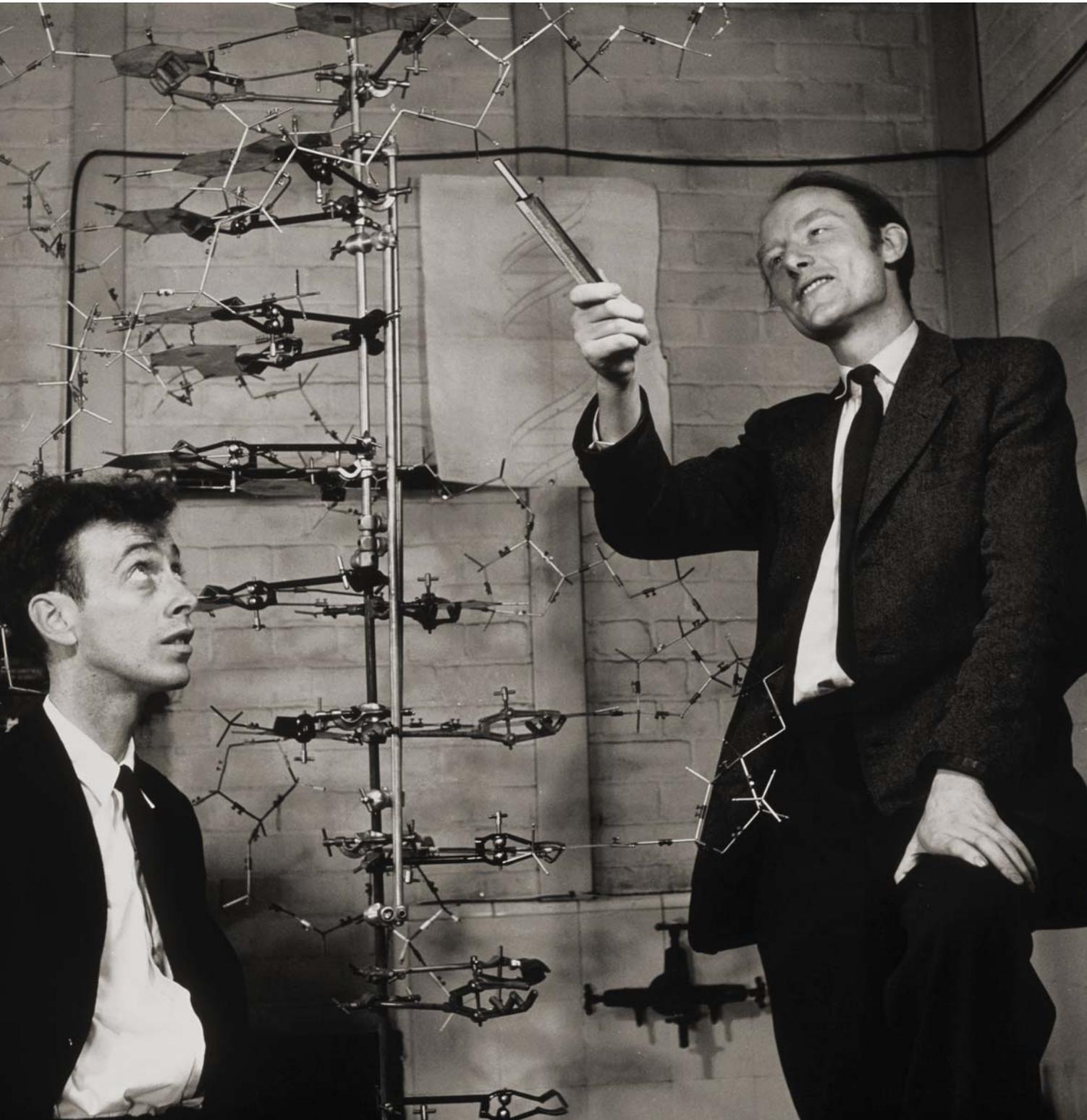
Третий пример – двойная спираль. Все теперь знают, что такое ДНК. Это вещество наследственности, которое передается от родителей к детям во всей живой природе и обеспечивает сохранность признаков предков у их потомков. Это должны знать все, кто в последние тридцать лет окончил среднюю школу. В 1870 году швейцарский ученый Мишер выделил вещество, позднее названное ДНК, из гнойных бинтов, которыми перевязывали раненых во время франко-прусской войны. На то чтобы понять устройство ДНК, ушли многие годы работ химиков в разных странах. Оказалось, что ДНК представляет собой полимер с огромной молекулярной массой, ее звенья – беспорядочно разбросанные вдоль полимерной цепи ныне знаменитые нуклеотиды А, G, C, T. В результате развития Манхэттенского ядерного проекта появился новый мощный метод разделения веществ – анионообменная хроматография, благодаря которой американский ученый Чаргафф установил, что в ДНК число остатков А всегда равно числу остатков

T, а число остатков G всегда равно числу остатков C. Это «правило Чаргаффа» впоследствии стало одним из краеугольных камней модели двойной спирали ДНК. Параллельно шло развитие генетики, и многие ученые пришли к выводу, что веществом наследственности является длинный полимер, молекула которого при делении клетки копируется в материнской клетке, и одна из копий передается дочерней клетке. Более того, в конце 1940-ых годов американский ученый Эмори доказал, что ДНК, взятая из микроба, производящего некий белок, если ввести ее в другой микроорганизм, к синтезу этого белка от природы не способного, начинает производить его не хуже, чем та клетка, из которой ДНК была выделена. Все это, однако, не убедило подавляющее большинство ученых в том, что именно ДНК является веществом наследственности.

В то время происходил вал открытий в химии белка, и большинство верило в то, что наследственность обусловлена одной из чудесных и невероятно разнообразных белковых молекул. В гипотезу о роли ДНК в наследственности горячо поверил очень молодой американский аспирант Уотсон, который каким-то образом проник в знаменитую рентгеноструктурную лабораторию профессора Брегга в Англии, где изучали растянутые нити многих полимеров, в том числе и ДНК. Рассматривая рентгенограммы английских коллег, он стал фантазировать и предлагать модели ее конструкции. В свои размышления и поиски он вовлек бывшего военного инженера и блестящего ученого Крика. Вскоре благодаря использованию правила Чаргаффа им удалось построить удивительно элегантную модель ДНК, подобную винтовой лестнице, состоящей из двух спиралей, в качестве ступеней которой выступали стоящие друг против друга остатки А и Т либо G и C. Модель Уотсона и Крика полностью соответствовала рентгеноструктурным данным англичан. Более того, можно было легко себе представить, что после разборки лестницы на одиночные спирали происходит копирование – на материнской цепочке ДНК может выстраиваться ее копия, причем в этой копии остатки А опять будут стоять напротив остатков Т, а остатки G – напротив остатков C. Соавтором научной публикации, вышедшей в 1953 году (год смерти Сталина), по праву стал английский ученый Морис Уилкинс, который руководил экспериментальными работами по рентгеноструктурному анализу ДНК. Через девять лет, в 1962 году все трое по праву

Эрвин Чаргафф. 1930. *Courtesy of the American Philosophical Society*





получили Нобелевскую премию. И опять никто не давал заказ на эту услугу. Такие дела.

Далее события развивались стремительно. В 1964 году американский ученый Холли впервые расшифровал первую химическую формулу крошечной нуклеиновой кислоты, состоящей из 78 нуклеотидов, и в 1968 году получил за это Нобелевскую премию. В 2002 году была расшифрована полная химическая формула генома человека длиной 3 100 000 000 пар нуклеотидов (длина этой цепочки – 2 м), и опять двум группам ученых дали Нобелевскую премию.

Говорят, что сегодня китайские ученые расшифровывают по 100 геномов разных людей в сутки, но нобелевских премий им почему-то уже не дают: фундаментальная наука полностью трансформировалась в прикладную. Из двойной спирали родилась генная инженерия, возникли страшилки об опасности генномодифицированных продуктов, знаменитая трансгенная овечка Долли и даже такие явления культуры, как фильмы ужасов о синтетических мутантах, родилась новая отрасль медицины, появилась возможность устанавливать отцовство и возникли целые отрасли фармацевтической промышленности. Очень скоро ни одна мама не выдаст замуж свою дочку, пока не получит полную формулу генома жениха.

В случае с двойной спиралью трудно провести четкую границу между фундаментальной и прикладной наукой, но я считаю, что, по гамбургскому счету, этой границей является открытие двойной спирали. Все последующие работы, хотя далеко не все их результаты были оказанными по заказу услугами, все-таки были более прикладными, поскольку их цели были совершенно ясны, задача была уже поставлена.

Кстати, самое трудное в фундаментальном исследовании – именно постановка задачи, выдвижение плодотворной идеи. Такие дела.

Несколько слов о советской науке. Наше юное в то время поколение имело ясный лозунг – догнать и перегнать Америку. В 1930-е годы один из наших токарных станков так и назывался – «ДИП» – догнать и перегнать. В 1961 году и позднее я тоже участвовал в гонке за Холли, но наша команда в составе представителей трех институтов АН СССР не вполне преуспела. Отечественный рекорд был установлен группой академика А. А. Баева, которая в 1967 году расшифровала химическую формулу валиновой тРНК (78 нуклеотидов)

Джеймс Уотсон, Фрэнсис Крик и их модель ДНК. 1953 г. Credit: SPL/East News



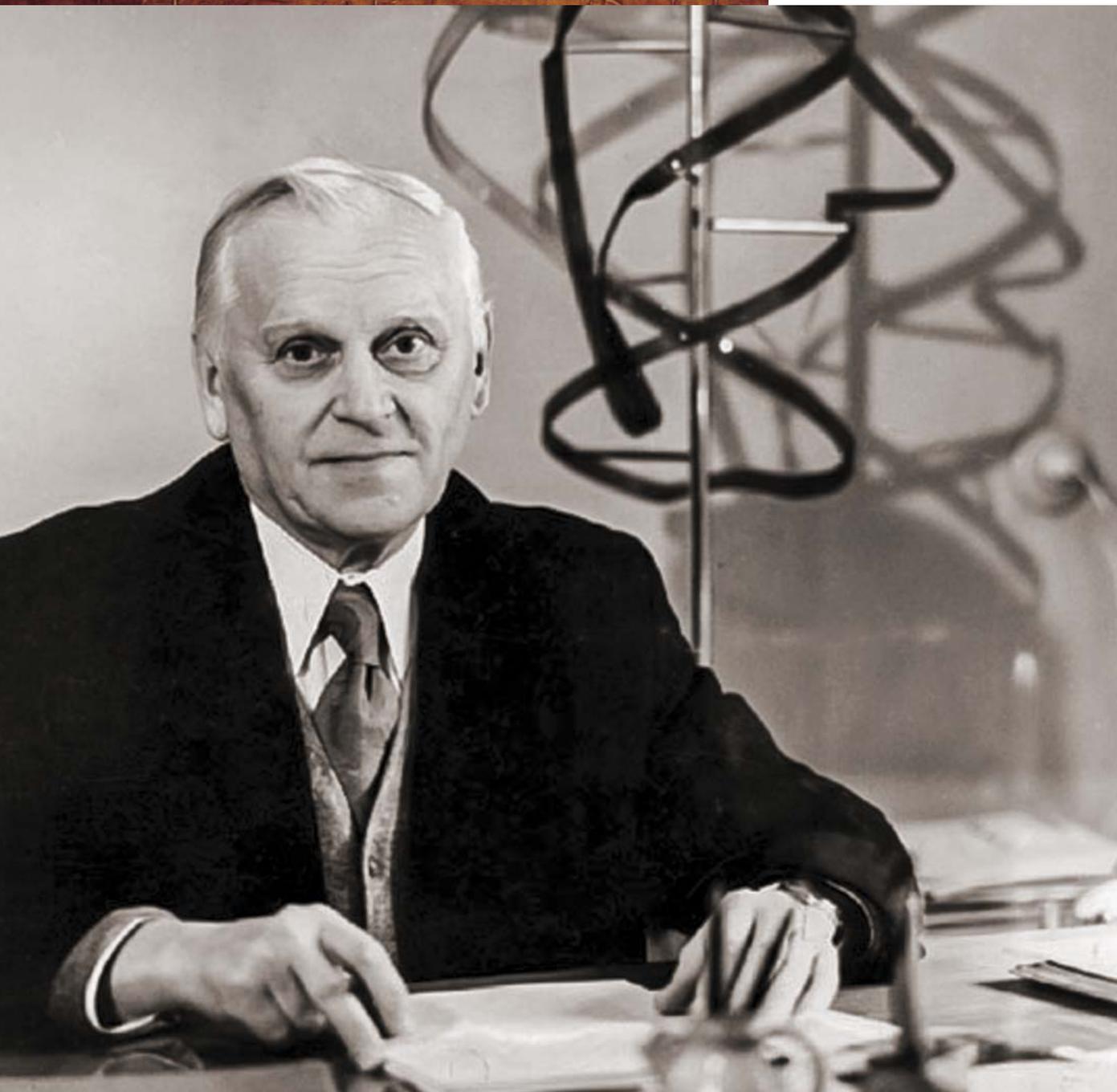
и в 1969 году по праву получила за это Государственную премию СССР (я ничего не получил, по делу). Без всякой иронии, эта работа, хотя и была сделана под лозунгом ДИП, и в самом деле была выдающейся. Не будем забывать, что в то время еще был жив и активен знаменитый генетик в штатском Лысенко. Где-то около 1965 года он приходил в тот институт, где работал А. А. Баев и ему показывали белый порошок ДНК. Он все равно не поверил, либо не подал вида, что поверил в существование молекулы наследственности, и сказал, что все это – ерунда, если ДНК – это кислота, то она должна быть не твердая, а жидкая. Шутки шутками, а ведь со времени надругательства Лысенко над советской генетикой прошло всего-то меньше 20 лет (сессия ВАСХНИЛ 1948). А Баев провел в сталинских лагерях целых 17 лет. Из автобиографии А. А. Баева:

«1953 г. оказался критическим в моей жизни – умер И. Сталин, истинный автор всех бед, постигших страну и меня, а Д. Уотсон и Ф. Крик открыли двойную спираль ДНК, положив тем самым начало молекулярной биологии, которая и стала полем научной деятельности во второй половине моей жизни. Возврат в науку для меня был нелегким. Мне исполнилось уже 50 лет, и природа оставила мне мало времени для творческой научной деятельности».

Советская «новая биология» рождалась в тяжелые для страны времена и в режиме гонки за мировой наукой. Не будь этих работ, не возникли бы ни отечественная генная инженерия, биомедицина, ни оборонная организация «Биопрепарат», о которой будет сказано немного ниже. И мне совсем не стыдно, что мы и сейчас зачастую работаем под тем же лозунгом ДИП. Такие дела.

Если читателю было интересно, он давно уже понял: фундаментальная наука – не услуга. Надеюсь, что эту истину со временем возьмут на вооружение наши уважаемые оппоненты, юные управленцы-экономисты. Единственным ведомством СССР, которому была дана привилегия самому себе утверждать технические задания на исследования и разработки, была АН СССР.

Как возникла фундаментальная наука и чем мотивированы люди, положившие свою жизнь на алтарь этой сферы деятельности человека? По моим наблюдениям, которые я сделал в течение 50 лет, занятие наукой не



Академик А. А. Баев. 1973 г.
 Фото О. Кузьмина.
 Источник: «60 фотографий
 А. А. Баева на сайте ИМБ РАН,
[http://www.eimb.ru/RUSSIAN/
 GALLERY/BAYEV/bayev-ph.htm](http://www.eimb.ru/RUSSIAN/GALLERY/BAYEV/bayev-ph.htm)»

зависит ни от политического строя, ни от благополучия страны, ни от разнообразных реформ. Число молодых талантливых людей, приходящих в науку, остается постоянным. Для этого контингента занятие наукой самодостаточно, оно является целью жизни, а не средством для получения потребительских благ. Далеко не все из штатных научных работников являются убежденными и талантливыми исследователями, в некоторые периоды приливов финансирования в науку попадает балласт, для которого наука есть не цель, а средство.

В основе стремления к науке лежит появившийся еще у животных инстинкт – любопытство (инстинкт ориентирования), а может быть, даже и другое врожденное стремление, это стремление к игре. Великий американский физик Ричард Фейнман, в молодости участник Манхэттенского проекта, а в зрелости – создатель квантовой электродинамики, за которую он в 1965 году получил Нобелевскую премию, по совместительству – блестящий популярный лектор и музыкант-барabanчик, представлял себе появление науки приблизительно так.

Первобытные люди. Ночь. Все племя спит, но несколько человек не спят, смотрят в огонь костра. Вокруг где-то ходят хищные звери, в любой момент могут налететь враги. Эти природные «совы» нужны племени для того, чтобы предупреждать о ночных опасностях. Они не только смотрят в огонь, еще они рассматривают звездное небо и думают о разных делах, изобретают. Именно так возникли зародыши современной астрономии и инженерии, были открыты планеты, было изобретено колесо, а несколько раньше – лодка-долбленка – пирога, которая очень помогла человечеству преодолеть водные преграды и расселиться по всему земному шару. К другой деятельности эти мечтатели были не пригодны, но племя кормило их и защищало за их сторожевую функцию и уважало за ум и изобретательность. Все племя не имело никакой возможности заниматься такой протонаукой, нужно было рожать и воспитывать детей, собирать в лесу пропитание, охотиться, нападать на соседей. Небольшое же количество чудаков жить племени не мешало. В защиту фантазий Фейнмана я могу привести тот факт, что многие мои коллеги, а в последнее время компьютерщики, могут работать только ночью, днем они сладко спят. Никакой КЗоТ не заставит их перейти к дневному образу жизни.

Мы сами совсем недавно пережили лихие девяностые годы, когда казалось, что в науку перестанут приходить молодые ученые, и она, бедная, вот-вот погибнет. Этого не случилось. Видимо, наука для прослойки настоящих исследователей является настолько же естественной и унаследованной потребностью, как потребность в пище и размножении. Мотивация у этих людей заложена в их генах – они просто не могут жить иначе, несмотря

ни на какие трудности, опасности и унижения. Вспомним Джордано Бруно, Галилео Галилея, Кибальчича, который накануне смертной казни изобретал межпланетные ракеты, Туполева, который в тюрьме изобретал бомбардировщик и воздушный лайнер Ту-104, Королева, который работал в обычной шарашке и изобретал ракету «Протон» и наш знаменитый sputnik. Несть им числа. Заставить этих людей сделать что-то по заказу, вопреки их интересам, невозможно, да и не нужно, общество может лишь использовать их светлую энергию, подобно даровой энергии ветра и солнца.

Обществу важно помнить о том, что этим истинным исследователям, хотя они, как и все мы, любят свою родину, в общем-то, все равно, где заниматься наукой. Если прижать их к ногтю, они уедут в другую страну и будут там заниматься своей работой. Потеря тончайшего слоя истинных исследователей для страны смертельно опасна.

Последний масштабный эксперимент по выдворению неарийских яйцеголовых провел, как известно, «товарищ» Гитлер. До этого эксперимента Германия наряду с Англией была ведущей научной державой. Сейчас Германия эту позицию утеряла и до сих пор не оправилась от шока. Теперь весь мир должен догонять США. Такие дела.

Интересно, что далеко не у всех народов проявляется склонность к фундаментальной науке, а у некоторых эта потребность в фундаментальной науке в наступившую эпоху глобализации только нарождается.

К нашему счастью, россияне и, отмечу, украинцы, от природы и склонны заниматься, и способны заниматься фундаментальной наукой. Прав был Ломоносов, когда заметил, что «может собственных Платонов и быстрых разумом Невтонов Российская земля рождать».

Ученая прослойка, по мнению Фейнмана, выжила в эволюции еще по одной причине. Он обращает внимание на то, что большая часть действий, которые мы совершаем в нашей жизни, являются ритуалами. В проверенных жизнью ритуалах мы не задумываемся каждый раз о том, как будем печь хлеб, готовить пищу, делать вино, шить одежду и обувь, водить автомобиль... Если бы каждый раз нам нужно было не бездумно проводить ритуалы, а все время включать головной мозг, человечество давно бы вымерло. Подавляющая часть ритуалов для человечества полезна. В эволюции постоянно появляются и закрепляются новые ритуалы. Беда, однако, в том, что некоторые ритуалы на поверку оказываются либо бесполезными, либо даже вредными и затрудняют прогресс. Важнейшая функция природенных исследователей – смотрящих в огонь – во всем сомневаться, подвергать сомнению все, даже самые священные ритуалы, и препятствовать распространению и сохранению бесполезных и вредных ритуалов. Это довольно тонкая материя. Общество может позволить

себе содержание лишь очень небольшого слоя сомневающихся. Если бы все во всем сомневались, то человечество опять-таки остановилось бы и деградировало.

Тут мы переходим к важнейшей функции современной фундаментальной науки – к экспертизе. Фундаментальная наука оттачивает ум, она гораздо труднее, чем прикладная. Когда исследователь приходит к открытию, сперва он безумно радуется, а потом начинает изо всех сил подвергать его сомнению. Ведь если в его логику вкралась ошибка, ее обязательно позднее кто-то заметит, и открытие опровергнут. Фундаментальный исследователь должен быть честен – ведь ни природу, ни себя не обманешь.

Фейнман считал важнейшим требованием к истинной фундаментальной науке необходимость *“integrity”*. Это очень трудно переводимый термин. Переводы из словаря: *integrity* – целостность, сохранность, достоверность и правильность данных, соблюдение этических принципов, честность, высокие моральные качества. Поиск *integrity* иногда может занять многие годы. Гениальное озарение Дарвина о естественном отборе как причине образования биологических видов пришло к нему еще в молодости, во время кругосветного путешествия на корабле Ее Величества *Beagle* (1831–1836 гг.). А свою первую, оказавшуюся фундаментальной, работу «Происхождение видов путем естественного отбора, или Сохранение благоприятных рас в борьбе за жизнь» он опубликовал лишь спустя 23 года, в 1859 году.

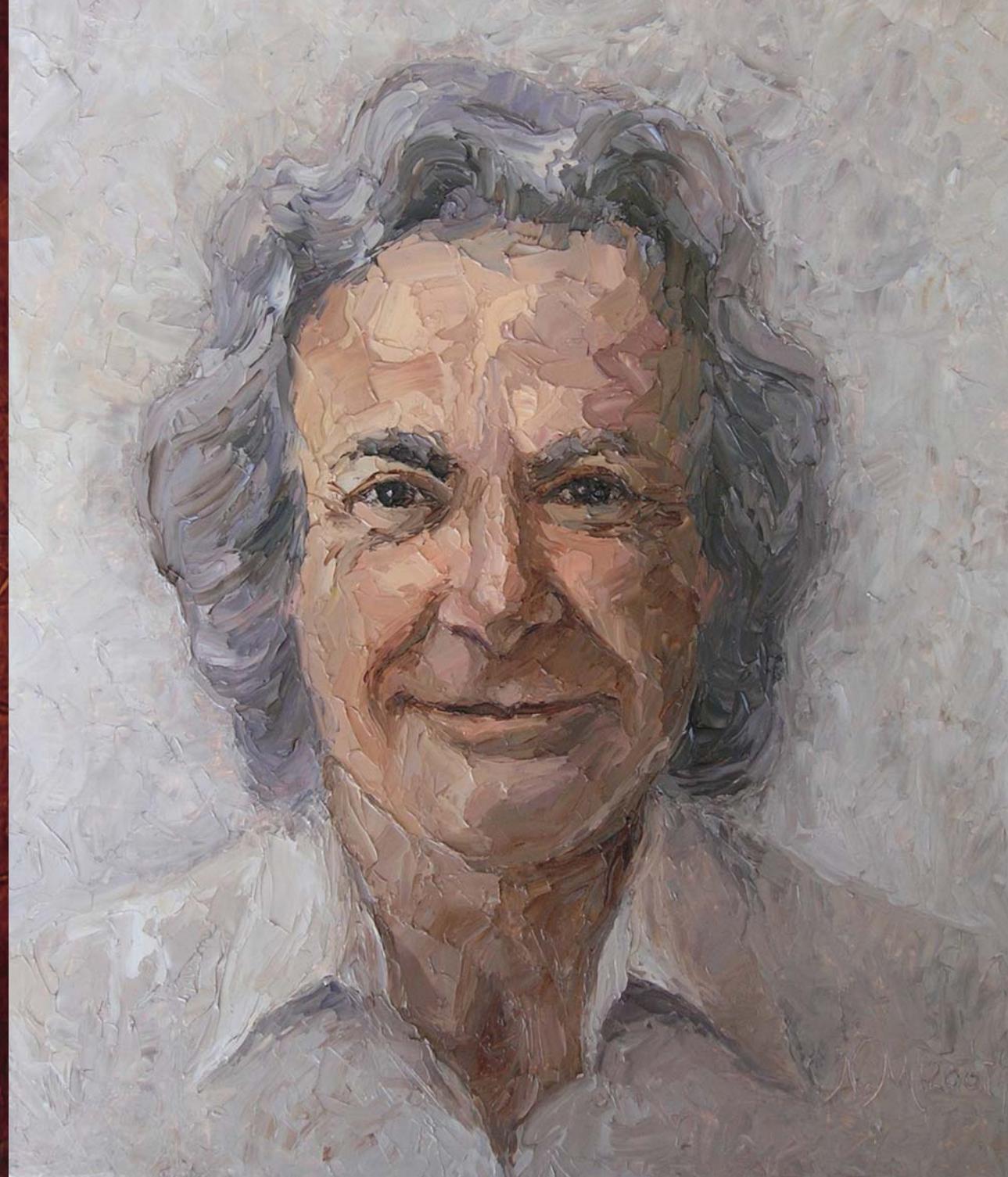
Натренировавшись в своей фундаментальной области, зрелый исследователь может быстро выяснить причины, приведшие к катастрофам и другим неприятностям, произошедшим из-за ошибок ученых-прикладников, инженеров или технических исполнителей. Его раскрепощенный ум быстро срывает figовые листки с ложных умозаключений и непригодных ритуалов и быстро обнажает правду. К тому же, маститому истинному исследователю сегодня не отрубуют голову за известие о том, что король-то голый.

Поучительны итоги проведенной Фейнманом блестящей экспертизы причин катастрофы американского космического челнока *Challenger*, в результате которой погибло семь человек, среди них одна простая школьная учительница. Катастрофа произошла в 1986 году, и проводил экспертизу Фейнман, будучи уже тяжело больным раком, от которого умер в 1988 году. Безопасность полета космического челнока гарантировала огромная когорта ученых и инженеров Американского космического агентства NASA. По подсчетам этой команды выходило, что вероятность тяжелой катастрофы челнока была равна 1 к 100 000, то есть эти люди утверждали, что одна катастрофа произойдет лишь в одном из 100 000 полетов. Такая надежность означала бы, что при ежедневном запуске одного шаттла, аварии случались бы в среднем лишь один раз за 274 года,



вопреки простому здравому смыслу и жизненным наблюдениям.

Правительство не зря привлекло к экспертизе Фейнмана. Не доверяя никому, он облетел всю Америку, посетил все конструкторские бюро и заводы, где конструировался и строился челнок, поговорил с тысячами инженеров и простых рабочих, перелопатил толстые тома технической документации. Очень скоро он выяснил, что вероятность катастрофы составляла не 1 к 100 000, а 1 к 10 (что и подтвердилось в дальнейшем



при запуске других челноков). К тому же он считал, что преувеличенная оценка надежности челнока была, скорее всего, не простой ошибкой, а результатом обмана. Ведь, как и мы грешные, американцы стремились запустить челнок к какому-то важному для политиков сроку. Фейнмана особенно возмутило то, что инженеры NASA обманули не только профессиональных астронавтов, для которых риск – часть их профессии, но и несчастную учительницу. Быть может, она не полетела бы на шаттле, зная о том, что истинная вероятность катастрофы составляет целых 10%.

Портрет Ричарда Фейнмана. Художник Натали Меерсон. 2007 г. Масло, фанера, 34×40 см. Публикуется с разрешения автора

Фейнман обратил внимание на то, что запуск челнока происходил при холодной погоде (около -3°C), нехарактерной для штата Флорида (мыс Канаверал) – обычно там тепло и зимой, и летом. Топливо в разгонных ступенях челнока – порох – было размещено в огромных тонкостенных барабанах без днищ. Несколько барабанов соединялись друг с другом встык. Стыки были герметизированы специальной эластичной резиной. Фейнман отодрал небольшой кусочек этой резины и обратил внимание на то, что на холоде она полностью теряет эластичность и даже трескается при сгибании. Во время запуска челнока, естественно, снимался фильм, и на кадрах, снятых перед самым взрывом, было отчетливо видно, что пороховые газы прожгли корпус разгонной ступени в одном из мест стыка, и пламя вырывалось из середины блока наружу. Фейнман отметил, что запуски шаттлов никогда ранее не проводились при столь низких температурах. Причина катастрофы стала ему ясна: резина потеряла эластичность и не смогла компенсировать небольшое расхождение со стыковкой пороховых барабанов в результате вибрации. Образовалась щель, и через нее проникла струя горячих пороховых газов.

Фейнман доложил о своих выводах правительственной комиссии, но многие из ее членов, в особенности сотрудники NASA, их отвергли. Однако Фейнман был блестящим лектором и даже артистом и решил использовать эти свои качества для того, чтобы доказать свою правоту сразу всему народу Америки. По итогам расследования состоялось телевизионное интервью. Там говорились разные обтекаемые речи, но Фейнман взял в компанию кусочек резиновой прокладки челнока и во время интервью попросил принести ему стакан воды со льдом. После этого он продемонстрировал в прямом эфире физический опыт: окунул резинку в ледяную воду и затем резко согнул ее. Резинка треснула, и всем сразу стало все ясно.

Если читатель еще не устал, пусть прочитает еще два рассказа об экспертизах, сделанных маститыми истинными смотрящими в огонь исследователями. Одним из таких ученых был академик Анатолий Петрович Александров, один из ключевых участников Российского атомного проекта, а через много лет после этого – Президент АН СССР. Для обуздания атома нужно было получить большое количество тяжелого изотопа водорода, дейтерия. Для этого, сперва нужно было наработать огромное количество жидкого водорода (температура кипения -253°C), а затем переогреть этот жидкий водород, собрав в высококипящем кубовом остатке малую толику дейтерия. Нужно было срочно создать крупномасштабное производство. Незадолго до этого на производстве жидкого водорода в одном из городов Центральной России произошел сильный

взрыв с человеческими жертвами. Александров предложил построить крупномасштабное производство дейтерия в Москве, где в достатке имелись необходимые высококвалифицированные кадры. Товарищ Берия спросил его: «А твой завод не взорвется? Ты знаешь про взрыв в городе N?» Александров ответил: «О взрыве я знаю. У нас взрыва не будет. Я ведь знаю его причину». Причиной же взрыва было то, что при перегонке водорода на самых холодных частях аппарата накапливался иней, состоящий из чистого твердого кислорода. Всем известно, что смесь водорода и кислорода – это гремучая смесь. Александров предложил гениально простое решение. На определенных интервалах времени сперва перегонялся водород, а затем установка полностью осушалась и прогревалась. Кислородный иней исчезал, и процесс можно было продолжить. Завод в Москве не взорвался. Анатолий Петрович Александров был настоящим смотрящим в огонь исследователем, крупнейшим специалистом в области физики полимеров, но смело брался за такие работы, которыми никогда раньше не занимался. Это и производство дейтерия, и размагничивание советских судов, и испытание атомных реакторов, и создание атомного надводного и подводного флота.

Такая широта кругозора свойственна многим крупным фундаментальным ученым, взявшимся за решение прикладных задач.

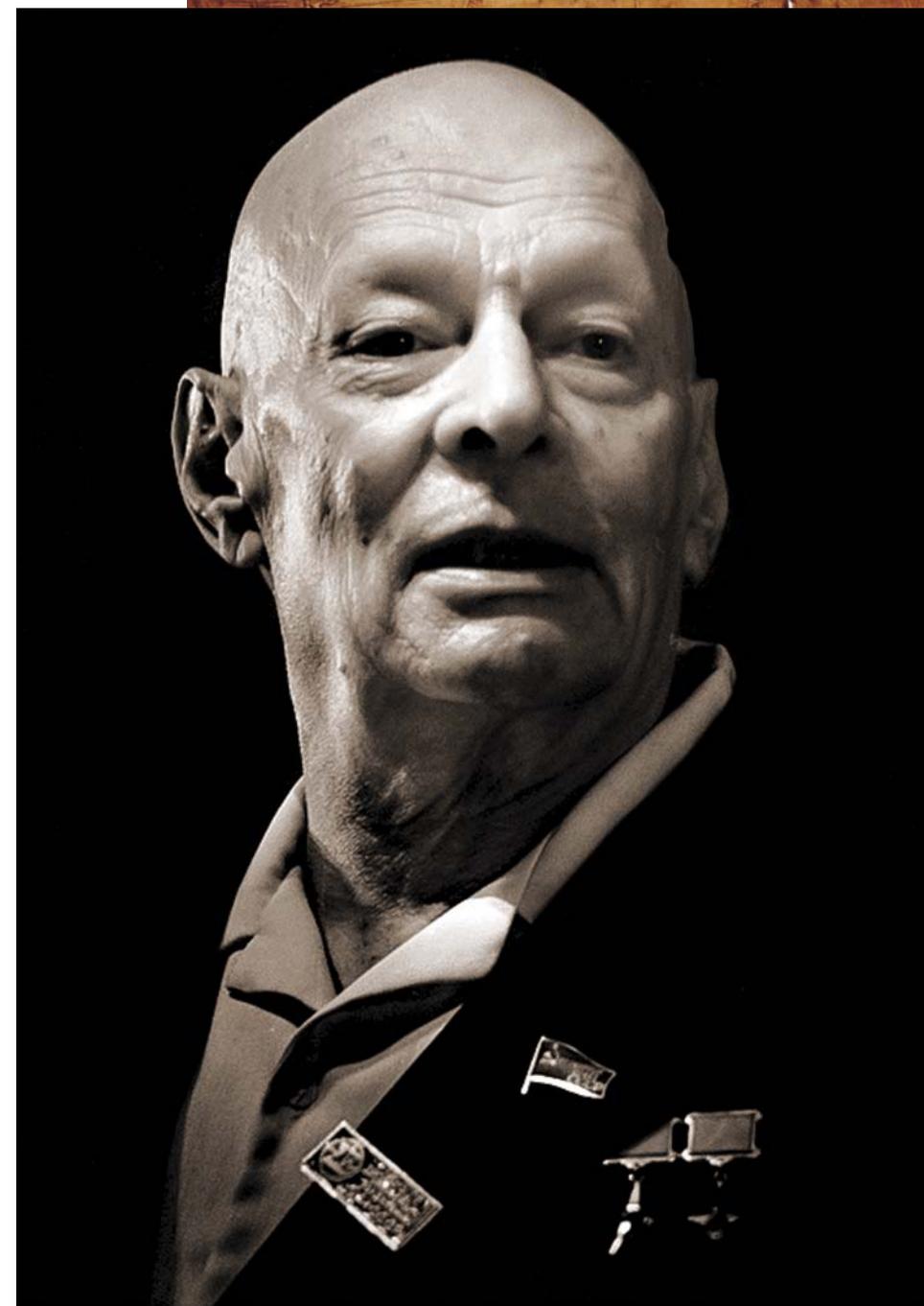
Третий пример блестящей экспертизы – это расследование причин вспышки смертельной сибирской язвы, произошедшей в 1979 году вблизи города Свердловска, в окрестностях военного завода объединения «Биопрепарат», занимавшегося разработкой и производством бактериологического оружия и, скажем для справедливости, средств борьбы с биологическим оружием. В 1976 году СССР и США заключили договор о запрещении производства биологического оружия ввиду того, что его после первых случаев военного применения японцами в Китае, наконец, сочли варварским, и к тому же малоэффективным и чрезвычайно опасным как для обороняющегося, так и для нападающего. Несмотря на соглашение, исследования и мелкомасштабные производства компонентов бактериологического оружия продолжались как в США, так и в СССР. Причиной аварии была ошибка персонала – работник не поставил вовремя воздушный фильтр, и споры сибирской язвы разнесло ветром по большой территории. По официальным данным, погибли 64 человека. Наши санитарные службы и военные микробиологи причину вспышки объяснили очень быстро. Решающим признаком было то, что болезнь протекала в самой тяжелой, легочной форме, что могло случиться лишь при поступлении спор через дыхательные пути. Но сообщать открыто об этом прискорбном случае в ту пору было никак нельзя,

власти списали все на передачу микробов человеку через мясо случайно заболевшего крупного рогатого скота. В начале 1990-х годов во время ельцинского правления в российско-американских отношениях наступило потепление, и состоялись взаимные визиты американских и российских военных микробиологов в те места, где создавалось и испытывалось бактериологическое оружие и соответствующие вакцины-противоядия.

Российско-американская делегация посетила Свердловское предприятие «Биопрепарат» для выяснения истинной причины вспышки сибирской язвы. Эту делегацию возглавлял американский профессор Мезельсон, человек, который вместе со своим товарищем Сталем когда-то сделал самый блестящий в мире, по моему мнению, биохимический эксперимент. Эти ученые с помощью ультрацентрифуги и нерадиоактивного тяжелого изотопа $\text{N}15$, кстати, полученного из СССР, поскольку этот изотоп не производился в то время в Америке, в 1958 году показали, что при удвоении ДНК $\text{N}15$, введенный в среду, не распределяется равномерно между двумя нитями ДНК синтезируемой делящейся клеткой, а сперва включается только в одну дочернюю нить, которая является копией исходного полимера. Так был доказан полуконсервативный механизм передачи наследственного вещества от поколения к поколению.

Мезельсон провел экспертизу в России очень тщательно и очень быстро. Ему показали все документы, незадолго до того бывшие совершенно секретными, и лабораторию, в которой произошла авария. Он, однако, не удовлетворился увиденным и подробно поговорил

Академик А. П. Александров. 1982 г.
Фото В. Т. Новикова



с местным населением, посетил местное кладбище, записал даты смерти, указанные на табличках, потребовал и получил розы ветров для тех дней, в которые произошла катастрофа. Он очень быстро пришел к тем же выводам, что и секретная советская комиссия, и счел доказанным, что вспышка легочной сибирской язвы произошла именно из-за аварии на военном предприятии. До момента этой экспертизы Мезельсон никогда не занимался военной микробиологией.

Эрго для ФАНО: Умудренные опытом, честные, приученные к соблюдению принципа *integrity* фундаментальные ученые могут и должны участвовать в крупных экспертизах проектов и причин катастроф, и эти экспертизы иногда дают огромный экономический и политический эффект. Вопрос только в одном – как найти и как привлечь таких ученых к экспертизам. Особая оплата не является для них решающим стимулом. Привлекать к экспертизе рекомендуется только тех, кто еще в молодые годы достиг серьезных результатов в фундаментальной науке и приобрел в научной среде высокий авторитет.

Открою управленцам-экономистам еще одну ахиллесову пяту фундаментальных ученых. Поскольку от первого момента открытия до окончательного доказательства *integrity* проходит много времени, ученые иногда подолгу работают лишь с недостаточной для них интеллектуальной нагрузкой. В течение значительных промежутков времени они стараются, но не могут открыть ничего нового, и у них возникает особый комплекс – насущная потребность сделать что-нибудь полезное для общества. Фейнман был активнейшим участником Манхэттенского проекта и завоевал у коллег огромнейший авторитет. Однако у него возникло отвращение к разработке оружия массового уничтожения. Он был очень впечатлительным человеком. И ему снилось, как разрушается Нью-Йорк при атомной атаке, как рушатся стены, падают небоскребы и погибают люди. Он демобилизовался из Манхэттенского проекта уже в 1945 году в возрасте 27 лет.

И решил поступить в один из гражданских институтов или университетов. Его сразу же пригласили в знаменитый Принстонский институт высших исследований, где работал великий Эйнштейн. Но Фейнман отказался, он подумал: «А что будет, если я буду числиться в этом элитном институте, получать высокую зарплату и другие блага, а фундаментальные открытия я сделать так и не смогу»? Он решил пойти в один из университетов и рассуждал так: «Я буду преподавать физику студентам и получать деньги за это. В свободное же время, если придет вдохновение, я попытаюсь сделать научное открытие, но это будет сделано добровольно, а не в обязательном порядке. Мне не будет

неудобно, если открытие не состоится». Он поступил сначала в Корнельский университет, а позднее – в Калифорнийский технологический институт, где весело преподавал физику, создал «фейнмановские» лекции по физике – самое знаменитое учебное пособие для всех стран, включая и СССР, а в свободное время ходил в бар, где занимался метанием вращающихся тарелочек – в то время в моде была такая игра. Станным образом, из этой игры в его голове и возникла концепция квантовой электродинамики, за которую он получил Нобелевскую премию в 1965 году. Итак, крупные фундаментальные ученые страдают комплексом вины в то время, когда они не могут делать фундаментальные открытия, и с удовольствием начинают делать практические дела – преподавать или изобретать, или решать прикладные задачи. Это и есть те моменты, в которые фундаментального ученого можно взять за жабры и привлечь к решению практически важных, в том числе сулящих экономическую выгоду, проектов.

Наша общая задача – сохранить тончайший слой смотрящих в огонь и способных делать фундаментальные открытия молодых и не очень молодых ученых. Им надо дать возможность спокойно работать. Во имя этой важнейшей задачи наука и власть обязаны найти общий язык, и сделать это нужно как можно скорее.

Спасибо моей любимой жене Елене Валентиновне Лихошвай за то, что она придумала название – «Смотрящие в огонь» и за все-все-все.
М.Г.

В публикации использованы работы художника Игоря Лекомцева «Музыка розовой флейты», «Свет», «Смотрящие на огонь», «Рождение сверхновой», «Один или двое? Солнце или луна?». Холст, масло.
<http://www.il-gallery.com/>

