**Мировая линия Гамова**

Георгию Антоновичу Гамову (4 марта 1904 г., Одесса - 20 августа 1968, Болдер, США) принадлежат три научных достижения самого высокого, "нобелевского" ранга в трех фундаментальных областях науки ХХ века - физике, космологии и генетике:

он открыл квантовую природу альфа-распада (1928);

построил теорию горячей Вселенной и на ее основе предсказал существование космического реликтового излучения (1946-1953);

разгадал структуру универсального генетического кода.

Первая из зтих работ была слелана до отъезда из России, две другие - в Америке, где он жил с 1934 года.

Специалисты и до сих пор высоко ценят множество других научных результатов, полученных Гамовым в астрофизике, ядерной физике и физике элементарных частиц. Он написал три научные монографии (все по ядерной физике), первая из которых была издана еще в Россиии, и кроме того сочинил 20 (!) научно-популярных книг, каждая из которых выходила десятками изданий на многих языках мира. В 1970 году в США вышла его последняя книга - неоконченная книга воспоминаний "Моя мировая линия: неформальная автобиография".

Первое событие на его мировой линии произошло ровно сто лет назад.

**1. Его мировая линия**

Вот как Гамов описывает обстоятельства своего появления на свет.

"Я был слишком большой и к тому же неправильно располагался в материнской утробе, так что консилиум докторов решил, что следующим утром меня разделят на части и по частям извлекут, чтобы спасти жизнь моей матери. Но тут кто-то по счастью вспомнил, что известный московский хирург снимает дачу у моря километрах в десяти от города. Его подняли с постели среди ночи и доставили в нашу квартиру вместе с черным докторским саквояжем. Кесарево сечение было сделано на письменном столе в кабинете моего отца, где все стены были в книжных полках (может быть, поэтому я сам написал так много книг)" .

Свою биографическую книгу Гамов начал писать незадолго до кончины и успел довести повествование до 1934 года, года отъезда из Европы в Америку. В книге веселые истории, которые он любил рассказывать "в небольшой компании друзей у камина после хорошего ужина", как он сам об этом говорил. Не исповедь и не серьезные раздумья о былом, а по большей части шутки о науке, о себе и о друзьях.

В СССР книга имелась, как предполагалось, в одном экземпляре и содержалась в спецхране Ленинской библиотеки. Она не была ни советская, ни анти-советская. Автор, правда, не скрывал от читателя, что не хотел бы, останься он в СССР, оказаться в сибирских лагерях за увлечение генетикой или недостаточное применение диалектического материализма в теоретической физике. Возможно, самой большой, с точки зрения тогдашних властей, дерзостью автора была параллель между Гитлером и Сталиным: "Как Гитлер разделил науки и искусства на две части - еврейскую и арийскую, так и Сталин выдумал, что бывает капиталистическая и пролетарская наука." Но для заключения под стражу в спецхран достаточно было уже и того, что автор - невозвращенец.

Я.Б.Зельдовичу (как трижды Герою, вероятно) позволили взять книгу из Ленинки на дом, и он, конечно, не удержался и давал читать ее и другим. Советские физики, которым удавалось побывать за границей, слышали о знаменитой книге от западных коллег и не упускали случая прочитать ее в тамошних библиотеках; некоторые привозили ксерокопии отдельных глав. Так что книгу здесь так или иначе знали задолго до того как в 1994 г., когда у нас отмечалось 90-летие Гамова (две большие научные конференции в Санкт-Петербурге и Одессе, статьи в массовой печати, мемориальная доска на здании Одесского университета и т.д.), "Моя мировая линия" появилась в русском переводе. Русское издание подготовил, снабдив авторский текст подробными комментариями и добавив результаты своих собственных важных разысканий, покойный Юрий Иванович Лисневский, первый биограф Гамова.

Мировая линия Гамова делится почти точно поровну между Россией и Америкой.

**2. Одесса-Ленинград**

Автобиографическую книгу Гамов посвятил памяти своих отца и матери. Антон Михайлович и Александра Арсеньевна (Лебединцева до замужества) служили преподавателями в одесских гимназиях; он был учителем русского языка и литературы, а она - истории и географии. Один дед Гамова, Арсений Лебединцев, был священником, к концу - протоиереем Одесского кафедрального собора, а другой дед, Михаил Гамов, был военным, и в пике своей армейской карьеры командовал Кишиневским гарнизоном.

Отец подарил мальчику микроскоп, и с помощью этого прибора Юра проделал одно научное исследование (возможно, первое в своей жизни), имевшее весьма дерзкий для внука священника характер. Он произвел микрокопический анализ "тела Христова", полученного в виде просфиры в церкви (и не съеденного, как полагается, а принесенного домой). Сравнив его с составом обычного хлеба, смоченного красным вином, он не обнаружил никакой разницы, во всяком случае, не увидел следов эритроцитов, которые должны бы присутствовать, по мнению юного исследователя, в крови господней. Еще раньше Юре был подарен и небольшой телескоп, в который он шестилетним мальчиком разглядывал комету Галлея.

В юности Гамов много читает, увлекается языками, математикой, физикой, в последних классах школы серьезно интересуется теорией относительности. В 1920 г. он становится студентом математического отделения физико-математического факультета Одесского университета (называвшегося тогда Новороссийским), а через два года переезжает в Петроград, научную столицу страны, запасшись на первое время некоторой суммой денег, вырученной Антоном Михайловичем от продажи фамильного серебра.

Гамов был неплохо подготовлен для дальнейшей учебы и при поступлении в Петроградский университет, на физико-математический факультет, заслужил весьма лесный отзыв о своих способностях и знаниях от профессора Г.М. Фихтенгольца, впоследствии автора самого известного отечественного курса математического анализа. Он вполне успешно учился, без труда сдавал экзамены. Из коротенького личного дела Гамов-студента, которое хранится в архиве Петербургского университета, можно узнать, что среди его экзаменаторов были выдающиеся ленинградские физики и математики - О.Д.Хвольсон, В.К.Фредерикс, В.И.Смирнов, Ю.А.Крутков, В.И.Павлов (сын великого физиолога).

Студентом Гамов еще и работал - сначала наблюдателем-метеорологом в Лесном институте, куда его устроил добрый знакомый отца по Одессе профессор В.Н. Оболенский, а потом преподавателем в 1-й Артиллерийской школе, где молодому человеку выдали военный мундир, - полковничий, как ему казалось, которым он очень гордился и в котором его можно видеть на нескольких любительских фотографиях той поры.

Счастливым подарком судьбы была для Гамова дружба в Петрограде-Ленинграде с талантливвыми физиками-теоретиками, превратившаяся затем еще и в плодотворное научное сотрудничество. Ядро большой компании молодых людей составляли вместе с Гамовым Дмитрий Дмитриевич Иваненко (1904-1996), приехавший в Петроград из Полтавы в 1922 г., и Лев Давидович Ландау (1908-1968), приехавший чуть позже из Баку. Их называли тремя мушкетерами под именами, которые они сохранили на всю жизнь, - Джо (или еще Джонни), Димус и Дау. В 1926 г. к ним присоединился Матвей Петрович Бронштейн (1906-1938); он был родом из Винницы и первые два курса учился в Киевском университете; друзья дали ему прозвище Аббат.

В круг прятелей входили в разные годы А.И.Ансельм, В.А.Кравцов, В.А.Амбарцумян, Ф.Ф.Волькенштейн, Л.Э.Гуревич, Н.А.Козырев, С.В.Измайлов, И.А.Кибель, Ю.Б.Харитон. У них тоже были "партийные клички"; например, Виктора Амазасповича Амбарцумяна звали Амбарчиком, а Льва Эммануиловича Гуревича - Мавром и Тигром. Ярко был представлен в компании и женский пол - Ирина Сокольская, Нина и Евгения Канегиссер (кузины известного террориста; Евгения стала позднее леди Пайерлс).

Первые научные публикации мушкетеров в известных журналах появились, когда они еще были студентами: Бронштейна - в 1925, а в 1926г. - трех других друзей (у Гамова две статьи - одна сольная и другая совместная с Иваненко). Их главные научные успехи были еще впереди. Самое яркое достижение Иваненко - догадка о том, что атомные ядра состоят из протонов и нейтронов (1932). Бронштейну принадлежит первая успешная попытка синтеза двух великих физических теорий ХХ века - квантовой механики и общей теории относительности. В результате он смог предсказать существование в природе гравитона, новой элементарной частицы (1936). Как фотон служит квантом электромагнитного поля, так гравитон - квантом волнового гравитационного поля. Экспериментально гравитон все еще не открыт, но никто, кажется, не сомневается, что он действительно существует. Что же касается научных достижений Ландау, многочисленных и хорошо известных, то, не перечисляя их, скажем просто вслед за Гамовым (беседа с И. Абрагамом в 1956 г.): Ландау - гений!

**3. Первый успех**

Одним из учителей Гамова в Петроградском университете был знаменитый космолог профессор Александр Александрович Фридман. В своих научно-популярных книгах, написанных спустя много лет в Америке, Гамов вспоминает, какое сильное впечатление произвели на него лекции Фридмана и его выступления на семинарах в университете. Он говорил, что воспринял современную космологию "еще тепленькой" прямо из рук ее творца. Через 20 с лишним лет в руках Гамова космология станет "горячей" (см. ниже).

Фридман сам себя считал математиком; он принадлежал к знаменитой петербургской математической школе, основанной Эйлером и взращенной П.Л. Чебышевым. Занимался главным образом теоретической метеорологией, был директором Геофизической обсерватории, сотрудничал, между прочим и с В.Н. Оболенским, знакомым отца Гамова. По космологии Фридман написал всего две научные статьи - но именно они и стали фундаментом всей современной науки о расширяющейся Вселенной. У него Гамов слушал курс общей теории относительности и предполагал затем специализироваться по космологии.

Ранняя смерть Фридмана в 1925 г. в возрасте всего 37 лет заставила Гамова изменить тему научных занятий. Он занялся квантовой механикой под руководством профессора Юрия Андреевича Круткова, ученика П. Эренфеста и университетского коллеги Фридмана. Это именно Крутков убедил Эйнштейна при личных встречах в Лейдене в 1923 г. в правильности фридмановской космологии, которую Эйнштейн, как известно, поначалу резко (и даже несколько высокомерно) отвергал.

Квантовая механика увлекла Гамова не меньше, чем космология. Эта наука еще только формировалась, принцип неопределенности, лежащий в ее фундаменте, был открыт и сформулирован В. Гейзенбергом только что, в 1927 году. Гамову повезло - университет посылает его на научную стажировку в Германию, в Институт теоретической физики в Геттингене, где молодым ассистентом был Гейзенберг, и 11 июня 1928 года Гамов туда приезжает. Он сразу включился в работу институтского семинара и вскоре представляет на нем свою новую работу. Это была теория альфа-распада, одного из самых загадочных явлений ядерной физики тех лет.

Гамов применил к атомному ядру квантовую механику и доказал, что альфа-частицы вылетают из ядра путем квантовомеханического туннелирования, просачиваясь сквозь потенциальный барьер (который удерживает частицы внутри ядра). Теория Гамова очень хорошо объясняла экпериментальные данные об альфа-распаде и прежде всего, эмпирический закон Гейгера-Нэттола, открытый еще в 1911 г. в лаборатории Резерфорда в Кембридже. Она позволила также дать оценку размеров атомных ядер. Радиус ядер, как оказалось, составляет по порядку величинны 10-13см, что в сто тысяч раз меньше радиуса ятома водорода.

Эта работа получила необычайно высокую оценку Макса Борна (хотя, правда, и не сразу), а также Е. Вигнера, В. Паули и затем Бора и Резерфорда. Она сделала Гамова в его 24 года общепризнанным классиком теоретической физики.

Идея квантового туннелирования альфа-частиц, как видно, носилась в воздухе, и практически одновременно с Гамовым ее высказали (правда, в менее разработанном виде) английский физик Р. Герни и американец Э. Кондон. Позже в Штатах Гамов дружил с ними обоими.

После окончился стажировки в Гетингене, Гамов получил приглашение Бора поработать еще год в Копенгагене. Потом были поездки к Резерфорду в Кембридж и в Лейден к Эренфесту. В январе 1929 г. Гамов рассказал Эренфесту о своей идее рассматривать атомные ядра как капельки жидкости, обладающие поверхностным натяжением и способные испытывать "капилярные колебанния". Отсюда вытекало, в частности, что ядра могут испускать гамма-лучи, "сбрасывая" таким образом энергию своих колебаний. Кроме того, капельная модель ядра подсказывала возможность деления ядер; но это выяснилось 10 лет спустя благодаря работам Я.И. Френкеля, Н. Бора и А. Уилера. Вспоминая о капельной модели ядра в своем последнем интервью, данном историкам физики весной 1968 года, Гамов сказал: Я и сам мог бы тогда предсказать деление ядер, - если б был поумнее.

На родине с интересом и симпатией следили за научными успехами Гамова. Физики активно обсуждали и цитировали его статьи. Похвалила его и главная газета страны "Правда"; в ноябре 1928 года она писала: "24-летний аспирант ленинградского университета Г.А. Гамов сделал открытие, произведшее огромное впечатление в международной физике. Молодой ученый разрешил проблему атомного ядра". За этим сообщением в газете следовали нелепые вирши Демьяна Бедного, которые потом изустно передавались в более складном виде:

|  |
| --- |
| В стране рабов и хамов  Есть славный парень Гамов. |

(У Бедного это был монолог западного "буржуя", изумленного достижениями пролетарской науки.)

Весной 1929 года Гамов вернулся в Ленинград, а с осени он снова за границей - работает в Копенгагене и Кембридже, много путешествует по Европе в каникулярное время. Веселый, остроумный и общительный, он становится популярной фигурой и среди отечественнных физиков, и в европейском сообществе теоретиков. К этому времени он расправил плечи, выпрямился во весь рост (метр девяносто два) и больше не носил краноармейского "полковничьего" мундира.

Во время одной из командировок в Москву он встречается с выпускницей физического факультета МГУ Любовью Вохминцевой, самой хорошенькой девушкой на факультете. 1 ноября 1931 года она становится его женой и затем переезжает в Ленинград.

10 декабря 1931 года В.И. Вернадский, В.Г. Хлопин и Л.В. Мысовский, руководители Радиевого института, основного места работы Гамова (он работал по совместительству еще в Физтехе и двух других местах в Ленинграде) рекомендуют Гамова в Академию наук. 29 марта 1932 года его избирают в члены-корресподенты с рекордным счетом 42:1. Он был самым молодым членом Академии.

Все, казалось бы, идет прекрасно; но неожиданно Гамову отказывают в паспорте для поездки на очень важную для него заграничную конференцию - 1-й Международный конгресс по ядерной физике в Риме, где он должен был выступить с лекцией "Квантовая механника ядерных структур". Текст лекции Гамова зачитал на конгрессе его приятель по Копенгагену Макс Дельбрюк, будущий Нобелевский лауреат. Из Рима Гамов получил открытку с приветами и сожалениями о его отсутствии, подписанную М. Кюри, В. Паули, С. Гоудсмитом, П. Эренфестом, Э. Ферми, Л. Метнер, Р. Милликеном, Р. Фауллером и многими другими. После этого его вновь и вновь приглашают в Европу и США, но ни на одну из новых поездок власти не дают разрешения. Что это - домашний арест?

И вдруг новость: летом 1933 г. правительство включает его в состав официальной советской делегации на Сольвеевский конгресс в Брюсселе. Правда, ему не разрешают взять с собой жену; но он и это улаживает, добившись личной встречи в Кремле с Молотовым, вторым человеком в государстве. Переиграть власть на ее поле - подвиг, достойный многогрешных персонажей ренессансных плутовских рассказов. Заметим кстати, что свою книгу Гамов начинает длинной цитатой из Бенвенуто Челлини.

**4. Отъезд**

Ночью 15 октября 1933 их поезд пересек государственную границу у Сестрорецка, Гамов и Ро (прозвище, которое получила в Ленинграде его жена) проехали Финляндию и Швецию и прибыли в хорошо знакомый Гамову Копенгаген. Оттуда вместе с Нильсом Бором и его женой Маргарет Гамовы отправились дальше в Брюссель.

Из гамовской автобиографической книги можно узнать, что до путешествия в купе международного поезда Гамов и Ро предприняли вместе две весьма рискованные попытки пересечь государственную границу нелегальным путем. Сначала на надувной лодке они попробовали переплыть через Черное море из Симеиза в Турцию, а в другой раз собирались на лыжах перейти с Кольского полуострова в Норвегию. Обе авантюры кончились ничем; и им еще повезло - не утонули в разбушевавшемся море и не замерзли в полярных снегах. Да и остались незамеченными пограничниками.

Из Брюсселя после Сольвеевского конгресса Гамовы приезжают в Париж. Мария Кюри приглашает Гамова поработать в ее институте. Имеются приглашение и от Ланжевена, Бора, Резерфорда. Гамов просит ленинградское начальство продлить ему заграничную команировку на один год. Наверняка они уже решили не возвращаться в СССР и только искали способ сделать это в легальной или по крайней мере нескандальной форме. Разрешение на продление командировки не было получено. Осенью 1934 года Гамовы уезжают из Европы в Америку.

**5. Невозвращенец**

Приехав в Вашингтон, Гамовы зарегистрировались, как полагалось советским гражданам, в советском посольстве и первое время часто появлялись в клубе при посольстве на киносеансах. Пока еще Гамов числился в советской Академии. Но в 1938 году академики исключили его из своих рядов - конечно, по указанию властей - за невозвращенство. Через 52 года общее собрание Академии наук СССР единогласно отменило это решение.

Гамов считал, что в том же 38-м Лубянка приговорила его к расстрелу за "отказ возвратиться из-за границы в СССР". Такова формулировка статьи Уголовного кодекса, которая носит общее название "Измена Родине". Невозвращение в СССР приравнивалось тогда, как и много позже, к "особо опасным государственным преступлениям", как то "переход на сторону врага, шпионаж,... заговор с целью захвата власти". В этом списке невозвращение стоит после шпионажа и непосредственно перед заговором. За все это предусматривались наказания вплоть до смертной казни. Формально статья отменена Конституционным Судом России - в части невозвращения - лишь в 1995 году. "Хожу под смертным приговором," - говорил Гамов друзьям в Америке.

Имелся и другой приговор - единодушное мнение советской научной общественности, как это тогда называлось. Десятилетия подряд в советских академических кругах, среди важных "организаторов науки" было принято говорить о Гамове в таком роде: Он ушел на Запад, так как полностью себя исчерпал, и там уже ничего существенного не смог создать.

Случалось, при этом ссылались на Ландау как на высший авторитет среди физиков; ему приписывали резкие высказывания о Гамове. Например: Продался за доллары. Лодырь. Работать никогда не любил. Что о нем говорить - самоликвидировался. Перестал работать и впал в ничтожество.

Конечно, хвалить невозвращенца при свидетелях никто особенно не решался. Но если Ландау действительно так говорил, то он и на самом деле так думал.

В стенах ленинградского Физтеха можно было услышать от старожилов лет 30-40 назад: Он ведь не очень хороший человек; уехал, бросил слепого отца. Подвел Абрама Федоровича (Иоффе), который за него поручился. После этого физиков перестали пускать за границу.

Возможно, кто-то и вправду считал тогда, что это как раз из-за Гамова "перестали пускать".

Отголоски давних обсуждений и осуждений бывают слышны и до сих пор; вот слова, сказанные совсем недавно, в 2003 г., одним из корифеев отечественной науки: Гамова я сам, естественно, не знал, но как личность он мне крайне антипатичен. И снова о слепом отце, и т.д. Историк Ю.И. Лисневский специально проверял в Одессе эти сведения и надежно установил, что все четыре года, с 1933 г. и до своей кончины, Гамов-старший получал от сына "много продуктовых посылок"; слепым не был, но его зрение ухудшалось, мучили болезни, одиночество, постоянный страх, "что за ним придут". Антон Михайлович не переставал "гордиться успехами сына", этим, вероятно, и держался, сколько мог.

Из трех оставшихся в стране "мушкетеров" ни один не избежал насилия сталинского режима. Первым, еще в 1935 г., на волне массовых арестов после убийства Кирова, был арестован Иваненко; как он говорил авторам этих строк почти 60 лет спустя, летом 1993 года, его спасли Я.И. Френкель, А.Ф. Иоффе и С.И. Вавилов - тюрьма и лагерь были заменены ссылкой в Томск. Бронштейн был в 1937 г. арестован и в феврале следующего года расстрелян. Ландау арестовали 28 апреля 38-го. Из его "дела", опубликованного в "Известиях ЦК КПСС" за март 1991 года (сама КПСС уже дышала на ладан), можно видеть, что на Лубянке в ходе непрерывных допросов от него требовали показаний, и после нескольких месяцев молчания он стал называть имена. Первым своим "сообщником по антисоветской деятельности" Ландау назвал Гамова. Расчет, как видно, был простой - Гамов находился вне досягаемости НКВД и, кроме того, за ним и так числилось невозвращенство. Потом было названо и имя Бронштейна, уже арестованного и убитого. Лишь чудом, благодаря смелому, энергичному и точно продуманному вмешательству П.Л. Капицы, Ландау был спасен. Его освободили ровно через год, 28 апреля 1939 года.

Ландау и Гамов умерли в один год. О смерти Гамова у нас узнали от американских физиков, приехавших в конце августа 1968 г. в Тбилиси на международную конференцию по гравитации и теории относительности. Иностранных участников оказалось в Тбилиси куда меньше, чем значилось в научной программе - многие отказались от поездки в СССР, протестуя тем самым против похода советских танков на Прагу. Но известные американские теоретики Дж. Уилер, К. Торн и некоторые другие приехали. Один из советских организаторов конференции объявил о смерти Гамова в начале заседаний и посчитал необходимым в данной обстановке прибавить: Несчастный алкоголик, он умер в одиночестве, вдали от родины, без друзей и учеников.

**6. Университет Джорджа Вашингтона**

Тридцать четыре года, прожитые Гамовым в Новом Свете, вместили в себя множество важных и интересных занятий, трудов, событий, встреч; Гамов полностью реализовал в эти годы свою юношескую мечту - путешествовать по свету и заниматься физикой.

Он получил должность профессора и заведующего кафедрой в столичном Университете Джорджа Вашингтона и работал там с 1934 по 1956 год. С 1956 года и до конца дней он профессорствовал в Университете Колорадо в Баулдере.

В Университет Джорджа Вашингтона его рекомендовал физик-экспериментатор Мерл Тьюв из Института Карннеги; это он сказал президенту университета, что Гамов - тот человек, который способен поднять физику в Вашингтоне до мирового уровня.

Приступая к работе, Гамов пожелал, и ему разрешили, пригласить еще одного профессора-теоретика по его, Гамова, выбору, чтобы было с кем поговорить о теорфизических проблемах. Кроме того он получил возможность проводить в Вашингтоне ежегодные конференции по теоретической физике с приглашением ведущих физиков мира - по примеру копенгагенских конференций, устраиваившихся ранее Бором.

Теоретиком, которого взял на свою кафедру Гамов (и притом с тем же, что и у него самого, профессорским окладом в 6 тыс. долларов в год) был Эдвард Теллер, тогда двадцатишестилетний лектор по химии на временной должности в Университете Лондона. Родом из Будапешта, он уехал из Венгрии из-за нараставшего в его стране антисемитизма. Они познакомилсь у Бора в Копенгагене и однажды на пасхальные каникулы объездли пол-Даниии на мотоцикле Гамова. Как пишут биографы Теллера [5], "их дискуссии о физике вообще и особенно о квантовой теории во время этого путешествия еще больше укрепили авторитет Гамова в глазах Теллера. Эта поездка в очень значительной степени определила всю его дальнейшую карьеру." О переезде Теллера к Гамову в Вашингтон те же авторы пишут в почти эпическом стиле: "Тем самым он ступил на тропу, которая вела к извлечению энергии атома для целей войны и мира".

И на самом деле Гамов увлек Теллера в ядерную физику из молекулярной химии, которой тот до того занимался. Как известно, Теллеру вскоре предстояло стать отцом американской водороодной бомбы. Он и много позже, вплоть до своей недавней кончины, оставался одной из влиятельнейших фигур в американской науке, военной промышленности и политике. Вряд ли университетское начальство в Вашингтоне подозревало в 1934 году, какую услугу оно оказывает Соединенным Штатам, выполняя пожелание Гамова.

Первая конференция, организованная Гамовым и Тьювом, состоялась уже в 1935 году. До начала Второй мировой войны удалось провести пять конференций, в которых участвовали Бор, Ферми, Бете, Чандрасекхар, Дельбрюк, если упоминать лишь Нобелевских лауреатов. Для ряда крупных европейских физиков Вашингтонские конференции открыли возможность знакомства с американской наукой, контактов с американскими коллегами, с научными учреждениями США, и это сыграло немалую роль в их дальнейшей работе и судьбе. А также и в судьбе физической науки США.

Исключительно плодотворной была конференция 1938 года, на которую Гамов, Теллер и Тьюв пригласили и физиков и астрономов. Ее темой была физическая природа знергии звезд. Всего за десяток лет до того, в 1926 году А. Эддингтон выдвинул предположение о том, что звезды светят из-за того, что в их недрах происходит выделение энергии при ядерных реакциях. Он указал и ядерную реакцию, способную обеспечить необходимое энерговыделение Солнца и других звезд, - превращение водорода в гелий. Оказалось, что для эффективного протекания этой реакции в условиях звездных недр важен тот самый квантовоомеханический туннельный механизм проникновения частиц сквозь потенциальный барьер, который действует и в случае альфа-распада. Узнав об этом эффекте из разговора с Гамовым в Копенгагене в 1928 г., Хаутерманс вместе с Аткинсоном тут же использовал его для первого последовательного расчета ядерных превращений в звездах. Прошло еще около 10 лет, пока Гамов и Теллер смогли внести в этот вопрос дополнительную ясность. За эти годы в ядерной физике произошли такие события, как открытие протона и позитрона, накопилось много новых данных о скоростях ряда ядернных реакций. В результате Гамов и Теллер подняли ключевую цифру расчета Хаутерманса и Аткинсона... в тысячу раз.

Но решающее слово все еще не было сказано - оно, как вскоре выяснилось, оставалось за Гансом Бете. Гамов рассказывает, что по приезде в 1938 году на Вашингтонскую конференцию Бете знал все о ядрах атомов и ничего о недрах звезд. А после докладов, услышанных им на конференции, после бесед с Гамовым и Теллером, которые ввели его в курс дела, Бете в поезде на обратном пути из Вашиннгтона проделал основные расчеты для ядерных реакций в массивных и ярких звездах, таких, как, например, Сириус. Оказалось, что в этих звездах энергия вырабатывается в результате довольно сложной и длинной цепочки превращений, в которой в качестве катализатора участвуют углерод и азот. Эти превращения называются теперь углеродно-азотнным циклом, или циклом Бете.

Что касается звезд относительно малых масс - таких, как Солнце, и еще менее массивных, - то в них картина ядерных реакций немного проще, хотя и здесь действуют не одна, а несколько реакций, в которых участвуют литий и бериллий. Эту цепочку реакций называют протон-протоннным циклом.

Позднее Гамов говорил, что протон-протонный цикл он еще мог бы придумать и сам (и фактически начал еще до Бете соответствующие расчеты вместе с своим студентом Чарлзом Кричфилдом), но цикл Бете мог придумать только Бете! В 1981 г. за работы по ядерным реакциям в звездах Бете получил Нобелевскую премию.

Для следующей Вашингтонской коннференции, проходившей в январе 1939 года, Гамов, Теллер и Тьюв заранее предложили в качестве основной темы физику низких температур. Но эти планы пришлось резко изменить: Бор привез из Европы научные новости исключительной важности. Отто Ган и Фриц Штрасман открыли (в самом конце только что истекшего 1938 года) новый тип ядерных реакций. Они работали с ураном, самым тяжелым из известных тогда элементов. Облучая ядра урана нейтронами, они обнаружили что ядро урана, захватив нейтрон, превращается затем не в более тяжелый изотоп того же элемента, и не в трансурановое ядро, а раскалывается на два крупных осколка (в 1944 году они получили за это Нобелевскую премию). Было сказано и ключевое слово "деление". Оно содержалось в статье, написанной Отто Фришем и Лизой Мейтнер (его родной тетушкой); ими была дана и правильная теоретическая интерпретация экспериментального открытия.

Взаимодействие нейтронов с ядрами урана изучали в те же годы Энрико Ферми в Италии, И.В.Курчатов, Ю.Б.Харитон и Я.Б.Зельдович в Ленинграде.

Деление урана стало предметом самых горячих обсуждений на конференции. В день ее закрытия, 28 января 1939 г., участники могли своими глазами наблюдать реакцию распада урана. Эту демонстрацию Тьюв устроил в лаборатори Института Карнеги, которую он называл Обсерваторией ядерной физики.

Начиналась новая полоса истории науки, и как позднее стало ясно, новая эпоха человеческой истории.

**7. Война, Эйнштейн и бомба**

Как говорится в знаменитом "Отчете Смита" о научных и технологических работах по созданию американской атомной бомбы (опубликованном сначала отдельным изданием, а позже в виде более подробной статьи в журнале "Review of Modern Physics", Nо. 4 за 1945 год - практически сразу после Хиросимы !) американские физики проявили поначалу некоторую нерешительность; им была непривычна идея использования их науки в военных целях. Гораздо активнее повели себя "приезжие", особенно Лео Сцилард, Евгений Вигнер, Ферми и Теллер; они предприняли первые попытки получить правительственные ассигнования на исследования по военному использованию ядерной физики и предложили ограничить открытые публикации в США по ядерной тематике.

Гамов оставался в стороне от этой активности и лишь он один из всех крупных физиков-ядерщиков, находившихся тогда в США, не участвовал ни в организационных мероприятиях, ни в дальнейшей программе, которая вскоре приобрела большой размах и получила название "Район Манхеттен". Это было самое грандиозное научно-техническое мероприятие, которое до того знала история. Похоже, сначала приятели Гамова, а затем и начальство, сочли его недостаточно серьезным, слишком легкомысленным для дел государственной важности. У него была репутация человека веселого, разговорчивого, общительного, любителя дружеских застолий. Одна из его любимых тогдашних застольных историй - про то, как он служил полковником в полевой артиллерии Красной Армии...

Известно, что Эйнштейн тоже не участвовал в работах по Манхеттенскому проекту. Его, Джона фон Неймана и Гамова привлек с началом войны к оборонным исследовательским работам Военно-морской флот США. Тематика их работ была связана с физикой и технологией взрывчатых веществ - "обычных", не ядерных. Эйнштейн не мог регулярно приезжать в Вашингтон по этим делам, и потому начальство решило, что кто-то должен ездить к нему за консультациями в Принстон. На эту роль назначили Гамова, так что раз в две недели по пятницам он отправлялся утренним поездом в Принстон, имея при себе чемоданчик с секретными проектами ВМФ. Эйнштейн, одетый в один из своих знаменитых вязаных свитеров, встречал его в своем домашнем кабинете и они прорабатывали эти проекты подряд, один за другим до обеда.

Закончив дела, Эйнштейн и Гамов обсуждали за обедом или на прогулке в парке гораздо более интересные для них астрофизические и космологические вопросы. Однажды на одной из таких прогулок Эйнштейн сказал Гамову, что считает идею космологической постоянной своим самым досадным промахом в науке. Они оба и не могли вообразить себе, что эта тема станет самой горячей в космологии на рубеже 21-го века. Как мы теперь знаем, за космологической постоянной скрывается вакуум; это объяснил в 1965 г. Э.Б. Глинер. Космологические наблюдения последних лет показали, что вакуум реально существует в природе. Более того, на его долю приходится подавляющая часть всей энергии Вселенной - 70-72%.

В 1948 году, "после Хиросимы", как считал нужным всякий раз подчеркивать Гамов, ему было разрешено включиться в работы по проекту водородной бомбы. Гамов приехал в Лос-Аламос, а потом стал бывать там наездами из Вашингтона иногда на несколько дней, а иногда на недели и месяцы.

Когда Гамов появился в Лос-Аламосе, Теллер был уже одним из главных действующих лиц проекта. В 1949-1952 годах он занимал должность заместителя директора Лос-Аламоской лаборатории. Теллер справедливо называл Гамова "ученым, начавшим в Соединенных Штатах теоретические работы, которые впоследствии привели к самому большому взрывному явлению, когда-либо осуществленному человеком". О термоядерных реакциях, называя их "гамовскими играми", Теллер говорил как о предмете особых научных достижений и заслуг Гамова. Но "чемпионом гамовских игр" он считал Ганса Бете.

Много лет спустя Теллер говорил: "Да, Гамов обладал исключительно живым воображением. Это был приятнейший малый, и к тому же он был единственным из моих друзей, кто считал меня математиком... Пожалуй, как это ни печально, я должен сказать, что девяносто процентов гамовских теорий были неверны, и не стоило большого труда убедиться, что дело обстоит именно так. Но он не спорил. Он был не из тех, кто носится со своими идеями и молится на свои изобретения. Он всегда была наготове новая идея, а при неудаче он легко мог обратить все это в шутку. С ним было легко и приятно работать".

(Мы приводим эту цитату по уже упоминавшейся книге "Эдвард Теллер. Гигант золотого века физики", где собрано немало высказываний Теллера в форме прямой речи.)

Мы ничего не знаем о "десяти процентах" гамовских идей, которые были использованы для водородной бомбы. Однажды его спросили, какие свои работы он считает самыми важными, и он сказал: "Не знаю... Потенциальный барьер и затем расширяющаяся Вселенная и термоядерные реакции, объяснение источников энергии Солнца, формулы, использованные для расчетов водородной бомбы..."

Гамов шутил, что его главный вклад в американскую водородную бомбу состоит в том, что он перетащил в Америку Теллера.

Лет десять назад мы неожиданно услышали, что Гамов внес вклад также и в создание ... советского ядерного оружия. В 1994 г. в США и Франции вышла книга под названием "Специальные задания". Ее автор - бывший генерал НКВД П.А.Судоплатов был, по его словам, в 40-е годы начальником подразделения, которое занималось ядерным шпионажем в США. В книге (отрывки из нее были впервые напечатаны в американском журнале "Тайм" 25 апреля 1994 года) упоминается и имя нашего героя. Судоплатов называет физиков, которых он сумел использовать в своих целях. Список выглядит так: Бор, Ферми, Сцилард, Оппенгеймер, Гамов. Неплохая компания.

Как заметил в своем отклике на эту новость журнал "Nature", (28 апреля 1994 г.) "отставной русский шпион бросает сенсационные обвинения против целого поколения физиков-ядерщиков, которые ушли из жизни и уже не могут сами себя защитить". Из первых лиц Лос-Аламоса в книге генерала не были упомянуты только Теллер и Бете, тогда здравствовавшие.

Вот что говорится у генерала о Гамове. "Был там один весьма уважаемый ученый, для охоты за которым мы использовали как угрозы личного характера, так и его собственные антифашистские настроения. [...] В обмен на безопасность и материальную поддержку для его родственников Гамов предоставил имена ученых с левыми взглядами, которых можно было бы использовать для добывания секретной информации".

Мать Гамова умерла еще в 1913 году, отец - в 1938 году; братьев и сестер у него не было. Генерал не сообщает, когда он сумел, якобы, склонить Гамова к сотрудничеству. До 1948 года Гамов не был допущен к атомным секретам; но уже осенью 1945 года, когда был опубликован Отчет Смита, имена участников Манхеттенского проекта были рассекречены. Для удобства читателя в Отчете имеется именной указатель; в нем Гамов не значится. Не значится он и в списке "атомных" разведчиков, получивших в 1996 г. звание Героя России; нет в последнем списке и Судоплатова.

Что же касается западных ученых с левыми взглядами, то их и не надо было особенно искать; среди физиков куда труднее было тогда найти человека правых взглядов; до поры до времени Ферми, например, отличался от всех вокруг тем, что искренне верил Муссолини.

**8. Горячая Вселенная или Большой Взрыв**

Гамов никогда не забывал космологию, науку своей ленинградской юности. Он вплотную взялся за нее в 1946 году, за два года до Лос-Аламоса, и посвятил этому больше десяти лет. Целью было "скрестить космологическую науку с ядерной физикой" (по его собственному выражению). Один "мичуринский" эксперимент такого рода он уже успешно осуществил ранее: привил ядерную физику на древо астрономии - это работы по ядерным источникам энергии звезд. Тогда он шел по стопам Эддингтона, а зрелый плод всей деятельности достался Бете.

В космологии же у него не было "ядерных" предшественников; он начал первым и все довел до конца. А в награду за смелую и изящную идею получил самое лучшее, что только мог ожидать, - известие об открытии предсказанного им реликтового излучения.

Основа теории Гамова - картина расширяющейся Вселенной, построенная его учителем Фридманом. По Фридману, вначале был взрыв. Он произошел одновременно и повсюду во Вселенной, заполнив пространство очень плотным веществом, из которого через миллиарды лет образовались наблюдаемые тела Вселенной - Солнце, звезды, галактики и планеты, в том числе Земля и все что на ней. Гамов добавил к этому, что первичное вещество мира было не только очень плотным, но и очень горячим.

Удивительно, но факт: сам Гамов считал, что идея горячего начала мира принадлежит не ему, а Фридману. Не трудно, однако, убедиться, что в обеих космологических работах Фридмана нет ни слова о температуре ранней Вселенной. Скорее всего, в окружении Фридмана идея высокой температуры в самом начале космологического расширения при высокой плотности вещества считалась естественной и даже тривиальной. В конце концов, не даром же "при расширении тела охлаждаются, а при сжатии нагреваются", как сказано в нашем любимом школьном учебнике физики.

Идея Гамова состояла в том, что в горячем и плотном веществе ранней Вселенной происходили ядерные реакции, и в этом ядерном котле за несколько минут были синтезированы все химические элементы, из которых и состоит теперь все на свете.

Расчеты ядерных превращений в условиях расширяющейся космической среды требовали немалых усилий, и Гамов привлек к ним своих аспирантов Ральфа Альфера и Роберта Хермана - талантливых молодых людей (из семей с российским корнями, между прочим). Первая публикация, подготовленная Гамовым и Альфером, появилась в печати в 1948 году под... тремя именами: Альфер, Бете, Гамов. Это, пожалуй, самая знаменитая шутка в истории физики. В уже готовый текст Гамов вписал имя Бете с пометкой "in absencia" (которая при дальнейшей обработке в редакции почему-то пропала). Так возникла работа, ставшая сразу же знаменитой под названием αβγ-теория.

Самым эффектным результатом этой теории стало предсказание космического фона излучения. Электромагнитное излучение должно было, по законам термодинамики, существовать вместе с горячим веществом в "горячую" эпоху ранней Вселенной. Оно не исчезает при общем расширении мира и сохраняется - только сильно охлажденным - и до сих пор. Гамов и его сотрудники смогли ориентировочно оценить, какова должна быть сегодняшняя температура этого остаточного излучения. У них получалось, что это очень низкая температура, близкая к абсолютному нулю. С учетом возможных неопределенностей, неизбежных при весьма ненадежных астрономических данных об общих параметрах Вселенной как целого и скудных сведениях о ядерных константах, предсказанная температура должна лежать в пределах от 1 до 10 Кельвинов. В 1950 году, в одной научно-популярной статье (Physics Today, No. 8, стр. 76) Гамов объявил, что скорее всего температура космического излучения составляет примерно 3 Кельвина.

Прошло 15 лет, и американские радиоастрономы Арно Пензиас и Роберт Вилсон открыли космический фон излучения и измерили его температуру: она оказалась равной 3 Кельвинам! Это было самое крупное открытие в космологии со времен открытия Эдвином Хабблом в 1929 году общего расширения Вселенной (предсказанного Фридманом в 1922-24 гг.).

Пензиас и Вильсон ничего не знали о теории Гамова. В их первой статье нет ни слова о космологии. Не только они, радио-инженеры по исходной специальности, но и многие физики и астрономы в США далеко не сразу уяснили настоящий смысл открытия. И тем более далеко не все понимали, что открыто именно то, что предсказывали Гамов и его ученики. Среди отечественных специалистов никаких сомнений не было с самого начала; Я.Б. Зельдович, даже еще не дождавшись самой статьи, только зная о ней "по слухам", сразу сказал: Доказано горячее начало Вселенной, а холодная Вселенная (его собственная гипотеза) была ошибкой.

В американском научном сообществе было немало споров, иногда принимавших, как рассказывают, крутой оборот; биться было за что. Гамову оставалось три года жизни, и он успел победить в этих спорах и столкновениях. На Техасском симпозиуме 1967 года в Нью-Йорке все, кажется, стало на свои места, и Гамов принимал поздравления коллег, праздновал успех. Увы, советские участники конференции, которым все давно уже было ясно, победителя не поздравляли и вообще не входили с ним в личный контакт (если не считатать одного из них, имя которого вряд ли заслуживает упоминания здесь). По их впечатлению, Гамов был к концу симпозиума, как говорится, не то чтоб очень пьян, но весел бесконечно.

Через десять лет после его смерти Пензиас и Вилсон получили Нобелевскую премию. Эту премию разделил с ними П.Л. Капица; их работы объединили по признаку низких температур.

С открытием реликтового излучения в космологии начался настоящий расцвет, который (с некоторыми перебоями) продолжается уже почти четыре десятилетия. Интенсивная работа, в которой участвовали фактически чуть ли не все ведущие физики и астрономы, а также и молодые активно работающие теоретики и наблюдатели во всем мире, быстро привела к созданию на основе идей Гамова и новых наблюдательных данных весьма полной и надежной космологической теории, которая называется сейчас теорией горячей Вселенной; на Западе предпочитают другое название - теория Большого Взрыва. Прежде всего, было выяснено, что в космическом котле могли быть созданы не все элементы таблицы Менделеева (как мечталось Гамову), а только самые легкие из них, и больше всего - до 25% по массе - гелия-4. Тяжелые же элементы синтезируются позднее при эволюции звезд и взрывах сверхновых.

Что же касается космического излучения, то у нас его называют реликтовым (по предложению И.С. Шкловского), а на Западе - микроволновым. Оно стало сейчас, в начале 21-го века годы, предметом самого пристального изучения с помощью наземных радиотелескопов и аппаратуры, выносимой в космос. Реликтовое излучение - это удивительное и вместе с тем совершенно естественное космичесое явление - несет в себе сведения о физическом состоянии Вселенной в далеком прошлом, миллиарды и миллиарды лет назад. Его температура измерена сейчас с фантастической для космологии точностью - 2,732 Кельвинов. Для изучения его пространственной (угловой) структуры (установившейся после полумиллиона лет от начала космологического расширения) используются сейчас приборы, которые имеют точность в десятитысячные доли процента. Именно на одном из таких аппаратов, который называется Wilkinson Microwave Anisotropy Probe (WMAP), в 2003 г. удалось точнее всего измерить долю эйнштейновско-глинеровского вакуума в полной энергии мира. Еще один удивительный результат, основанный на данных WMAP, - указание на конечный размер Вселенной: она имеет ораниченный объем и ее нынешний радиус составляет несколько миллиардов световых лет! Если этот вывод, сделанный парижским математиком Ж.-П. Люмине и его соавторами в том же 2003 году, подтвердится дальнейшими исследованиями, это будет грандиозное открытие, значение которого ясно каждому.

И это далеко не все, о чем способно рассказать нам реликтовое излучение. На очереди новые космические проекты наблюдений и среди них особенно крупный и дерзкий по замыслу, PLANCK, нацеленный на получение прямых объективных данных о самых первых мгновениях Большого Взрыва (по измерениям поляризации фона).

**9. Грамматика жизни**

Вернемся в 1940-е годы. Как только кончилась война, Гамов и Тьюв возобновили вашингтонские конференции. Первая послевоенная встреча, состоявшаяся осенью 1946 года, называлась "Смежные проблемы физики и биологии". С тех пор Гамов не выпускал события в биологии из поля зрения. Так большой паук сидит притаившись в центре широко раскинутой паутины и только ждет, чтоб пролетела мушка; и тогда он вмиг выскакивает из засады и набрасывается на жертву. Это сравнение принадлежит Эренфесту, а применил его Гамов сам к себе, когда у него спросили, чего он ждал, чтобы включиться в биологию, если интересовался ею с 1946 года.

Как оказалось, чтобы успешно включиться в биологию, ему нужно было дождаться 1953 года, приехать с кратким визитом в Калифорнийский университет в Беркли и случайно встретить там в коридоре Луиса Альвареца. В руках у него (этого очередного в гамовских дружеских встречах и научных приключениях Нобелевского лауреата) был свежий журнал "Nature". Он был взволнован: "Смотри, - сказал он Гамову, - какую потрясающую статью написали Ватсон и Крик!"

Это была знаменитая (тоже нобелевская!) работа о структуре ДНК. Альварец явно заразил его своим энтузиазмом; в жизни Гамова началась новая, "генетическая" полоса, и в этом новом жизненном и научном приключении было немало волнующего, драматического и, само собой разумеется, смешного и веселого.

Гамов исходил из следующих известных положений общего характера. В основе всего живого лежат белки. Они служат строительным материалом для живых тканей, образуют гормоны, ферменты и т.д. В организме человека более миллиона различных белков. Известно, что белки строятся из 20 аминокислот; индивидуальные свойства белка определяются тем, из каких аминокислот и в какой последовательности он образован. Синтез белков управляется нуклеиновыми кислотами, в которых хранится и посредством которых передается полный набор сведений о строении белков.

Из работ Крика и Ватсона дополнительно выяснилось, что запись этой информации осуществляется с помощью выстроенных друг за другом "слов", причем "буквами" для этих слов служат четыре нуклеотида. Для ДНК эти буквы суть аденин, гуанин, цитозин и тимин. (В РНК вместо тимина присутствует урацил.)

Способ записи генетической информации с помощью четырехбуквенного алфавита нуклеотидов универсален, одинаков для всего живого на Земле - для животных, растений, бактерий и вирусов. Каждое слово в генетическом тексте - это название аминокислоты; каждое предложение определяет белок.

Если в алфавите жизни четыре буквы, то как из них строятся слова? Этим вопросом и задался Гамов в 1954 г.

Очевидно, что число слов должно быть не меньше 20. Если допустить, что каждое слово состоит из двух букв, то таких различных пар будет 42=16. Это мало. Гамов сделал предположение, что в каждом слове должно быть, скорее всего, три буквы. Таких трехбуквенных слов в четырехбуквенном алфавите было бы 43=64. Это уже не меньше, но, наоборот, заметно больше числа аминокислот.

Как быть? Может быть, считать, что слова не обязательно состоят каждое из трех букв? Или, возможно, среди 64 трехбуквенных слов есть синонимы? Гамов остановился на второй возможности как более простой: пусть будет 64 слова, но несколько из них означают одну и ту же аминокислоту.

Выяснить соответствие между 64 словами языка жизни и 20 аминокислотами должен эксперимент. Новые исследования Крика, работы американских биохимиков М.Ниренберга, С.Очоа, Х.Корана и других вскоре показали, что идея Гамова об универсальном коде с трехбуквенными словами абсолютно верна. Это был триумф генетики и вместе с тем огромный личный успех Гамова. Он торжествовал победу, а радоваться удаче он умел, как рассказывают, очень хорошо.

Что же касается синонимов, то правила, по которому разные слова приобретают одинаковый смысл, a priori угадать не удалось: оно оказалось довольно прихотливым. Сейчас известно, что из 64 слов 61 кодирует аминокислоты; оставшиеся 3 слова кодируют окончание синтеза - это точки в конце предложений. Код лишен двусмысленности: одно слово не способно кодировать более одной аминокислоты.

Были у Гамова и догадки, касающиеся тонких деталей устройства двойной спирали ДНК; одна из них оказалась действительно важной и впоследствии подтвердилась. В интервью 1968 года на вопрос о работе, которая доставила ему больше всего удовольствия, Гамова ответил: Пожалуй, биология; это было нечто совсем новое, и так занятно было разгадывать коды...

**\* \* \***

Сколько Нобелевских премий получил Гамов? Случалось слышать, что две - по физике и по генетике, или одну уж точно. Мы, конечно, процитировали бы в конце этой статьи Нобелевскую лекцию Гамова; в ней нашлось бы, надо думать, немало замечательного. Но такого события нет на мировой линии нашего героя. Закончим другой цитатой. "Банах говорил, что хорошие математики видят аналогии между теоремами, а лучшие - аналогии между аналогиями. Гамов обладал в исключительно высокой степени этой редчайшей способностью видеть глубинные связи между самыми разнообразными идеями в науке и даже искусстве." Это из предисловия Станислава Улама к автобиографической книге Гамова. Они приятельствовали в Лос-Аламосе и позже, много работали вместе, да и говорили на понятных друг другу славянских языках, так что Улам, вероятно, знал лучше других какова самая сильная сторона гамовского таланта.