

Трифонов И.С.

ОБ ОДНОЙ ФИЗИЧЕСКОЙ ГИПОТЕЗЕ

В журнале «Известия Академии Наук СССР» за 1965 год (том 163, №4, стр. 891-854) была опубликована статья под названием «Некоторые соотношения между физическими константами». Имя автора — Роберто Орос ди Бартини — ничего не говорило читателям этого специализированного физического журнала. Содержание статьи вызвало неоднозначную реакцию в академической среде, а история ее опубликования носит почти детективный характер.

Прежде чем обсуждать научное содержание статьи и говорить о том, как она была опубликована, совершенно необходимо сказать несколько слов о личности ее автора. Роберто Орос ди Бартини родился в 1897 году в небольшом итальянском городке Фиуме в аристократической семье. В юности увлекался физикой, математикой, авиацией, рисованием, брал уроки игры на фортепиано, изучил несколько европейских языков. В начале Первой мировой войны был мобилизован, в 1916 году после ускоренной подготовки в офицерской школе направлен на русский фронт, где попал в плен. В течение четырехлетнего пребывания в плену выучил русский язык и, проехав всю Россию с запада на восток, через Владивосток и Японию вернулся на родину, будучи уже к тому времени убежденным коммунистом. Одним из первых вступил в только что созданную итальянскую коммунистическую партию, стал студентом заочного отделения Миланского политехнического института и одновременно работал рабочим на одном из заводов. За два года Бартини экстерном сдал экзамены в институте и получил диплом авиационного инженера. В 1921 году окончил летную школу, получив диплом летчика. После прихода к власти Бенито Муссолини оказался на нелегальном положении и в 1923 году, под угрозой ареста, по чужому паспорту через Швейцарию и Германию выехал в СССР, где принял имя Роберт Людвигович Бартини.

Мы не станем описывать жизненный путь Р.Л. Бартини, пройденный им на второй родине. Об этом можно прочитать в книге И. Чутко «Красные самолеты». Отметим только, что он стал одним из видных авиаконструкторов СССР, его имя стоит в одном ряду с такими именами, как О.К. Антонов, В.М. Мясищев, В.Ф. Болховитин, А.И. Микоян. С.П. Королев считал себя учеником Р.Л. Бартини и говорил, что «если бы не было Бартини, не было бы спутника». Авиаконструктор С.В. Ильюшин сказал о Бартини: «Его идеи будут служить авиации всего мира еще десятки лет». Другой авиаконструктор, О.К. Антонов, называл Бартини «самым выдающимся человеком в истории авиации», писал о нем так: «...Бартини был и кон-



Роберто Орос ди Бартини

структором, и исследователем, и ученым, пристально вглядывающимся в глубины строения материи, в тайны пространства и времени. Энциклопедичность его знаний, широта его инженерного и научного кругозора позволяли ему постоянно выдвигать новые, оригинальные, чрезвычайно смелые технические предложения. Эти идеи намного опережали свое время, поэтому лишь часть из них воплощалась в металл, в самолеты...». Дальний бомбардировщик EP-2 (ДБ-240), сконструированный под руководством Р.Л. Бартини — единственный его самолет, запущенный в серийное производство незадолго до войны, — не имел себе равных по скорости и дальности полета. В первые месяцы войны, после того, как аэродромы дальней авиации на острове Сааремаа были утрачены, только самолеты EP-2 использовались для налетов на Берлин с одного из подмосковных аэродромов. Известный американский самолет-разведчик «Локхид U2»

был построен по схеме, почти полностью повторяющей схему самолета Р.Л. Бартини, разработанного им в 1933 году. Специалисты, получившие образование в СССР, знают, что такое «эффект Бартини», «крыло Бартини».

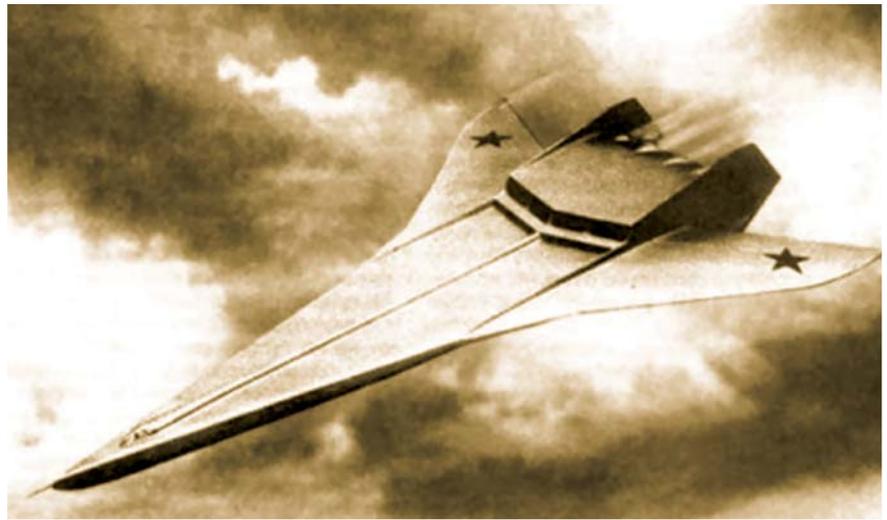
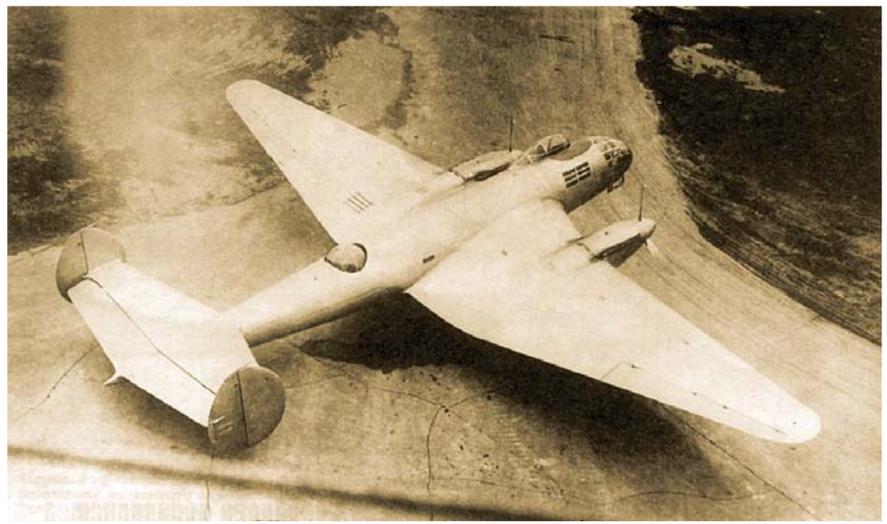
Заслуги Р.Л. Бартини были оценены Советским правительством и отмечены орденом Ленина, орденом Октябрьской Революции, Ленинской премией, другими наградами. Правда, эти награждения никогда не афишировались. Вообще, имя Р.Л. Бартини при его жизни было известно только в узком кругу советских авиационных профессионалов, широкая публика о нем практически ничего не знала, так же как, например, о С.П. Королеве.

Круг интересов Р.Л. Бартини отнюдь не ограничивался авиацией. В течение всей жизни его интересовали не только проблемы аэродинамики и конструирования авиационной техники, но и проблемы физики, философии, теории познания, проблемы космологии и мироздания. В 40-х и 50-х годах Бартини активно работал над вопросами пространственно-временной размерности Вселенной, пытался разрешить противоречия теории относительности, предложил так называемую кинематическую систему координат, на ее основе построил таблицу размерностей физических величин, в каком-то смысле аналог таблицы Менделеева в области физики. В обсуждаемой здесь статье Бартини излагает свои воззрения на число измерений пространства-времени нашей Вселенной.

Рукопись статьи «Некоторые соотношения между физическими константами» была направлена Бартини в ноябре 1950 года президенту АН СССР С.И. Вавилову. Статья, по-

видимому, интереса не вызвала, и после длительного перерыва автор послал рукопись статьи в «Журнал теоретической и экспериментальной физики» с целью ее опубликования. В соответствии с существующими правилами рукопись никому не известного автора была направлена на отзыв нескольким рецензентам, в том числе и так называемому «черному» рецензенту, чье мнение имело для редакции наибольший вес, но имя его автор не должен был знать. Этот аноним написал следующее: «Предполагаемая статья напоминает мне рекламу мази, которая в равной степени придает блеск ботинкам и способствует ращению волос ...». На этом фоне отзывы типа «Я этого не понял — значит не поймет никто...» выглядели совершенно невинно. Конечно, рукопись редакцией была отвергнута, после чего к решению проблемы был привлечен академик Н.Н. Боголюбов. Последний порекомендовал Бартини послать статью в журнал «Ядерная физика» и попросил написать рецензию для журнала физика С.С. Герштейна, впоследствии академика РАН, доброжелательно настроенного по отношению к автору статьи. После того как, несмотря на положительную рецензию, статья снова не была опубликована, появилась идея опубликовать ее в журнале «Доклады АН СССР» по представлению академика. По существующим правилам рукопись, представленная в редакцию действительным членом Академии Наук, публиковалась автоматически, без рецензирования. По каким-то причинам Н.Н. Боголюбов не стал сам представлять статью и попросил сделать это физика Бруно Понтекорво, недавно избранного действительным членом АН СССР. Понтекорво представил рукопись Бартини редакции 23 апреля 1965 года, и она, наконец, была опубликована.

Центральным моментом статьи является гипотеза о шестимерности пространства-времени Вселенной. Для обоснования этой гипотезы автор статьи делает предположение о том, что размерность пространства-времени может быть случайной величиной, изменяющейся от 1 до N , где N — очень большое число. Автор полагает, что вероятность нахождения Вселенной в состоянии n измерений выражается известной в математической статистике формулой, описывающей некоторый параметр (так называемый момент n -го порядка) нормального распределения вероятностей. Число n при этом интерпретируется как число измерений Вселенной. Напомним, что нормальное распределение вероятностей характерно для очень широкого класса случайных процессов, распространенных в технике, например, процессы возникновения ошибок при измерениях каких-либо величин, возникновения шума при радиоприеме и т.п. Задавшись распределением вероятностей, автор вычисляет среднее значение вероятности нахождения Вселенной в n -мерном состоянии, которое связывает с объемом некоторой геометрической фигуры (тора) в n -мерном пространстве. Объем n -мерного тора зависит от числа измерений n и является максимальным при $n=6$. Из этого факта автор статьи делает заключение о шестимерности нашего пространства-времени, при этом утверждает, что шестимерное пространство-время —



Одни из работ Бартини — ДБ-240 (вверху) и проект сверхзвуковой летающей лодки-бомбардировщика средней дальности А-57 (внизу)

это три обычные пространственные координаты и три временные координаты (вместо обычной одной временной координаты, которой сегодня оперирует физика как наука и все мы на чисто бытовом уровне). Иными словами, в соответствии с гипотезой Бартини размерность пространства-времени отвечает формуле числа измерений $(3+3)$.

Далее, манипулируя соотношениями площадей поверхностей n -мерных сфер и объемов $(n-1)$ -мерных торов и используя при этом результаты теорем из топологии, одного из наиболее абстрактных разделов математики, автор вычисляет две константы $V=2885,3453$ и $E=274,074996$. Затем он утверждает, что любая фундаментальная физическая константа K может быть вычислена по формуле:

$$K = \delta E^m V^n$$

где коэффициент δ определяет некоторое вращение произвольного объекта в шестимерном пространстве (Бартини называет его квантовым) и выражается формулой:

$$\delta = 2^k \pi^l.$$

Здесь m , n , k , l — целые числа. Способ вычисления значений этих чисел в статье не обсуждается.

Далее в статье следует таблица, в которой приведены значения некоторых физических констант, вычисленные ана-

литически по формуле Бартини, и значения тех же констант, полученные экспериментально.

Читатель, осиливший текст статьи Бартини до таблицы физических констант, имеет все основания принять ее за розыгрыш, запоздавшую первоапрельскую шутку, или отнести к популярной в шестидесятых годах прошлого века рубрике «физики шутят». Беглое изучение таблицы вызывает удивление и желание перечитать статью еще раз более внимательно.

Нужно отметить, что статья читается очень тяжело. Для изложения материала статьи Бартини избрал весьма необычный стиль — предельно сжатый, не дающий читателю понять нить рассуждений автора. Статья начинается следующей фразой: «Рассмотрим некоторый тотальный и, следовательно, уникальный экземпляр А. ...». С.С. Герштейн, автор одной из рецензий, замечает по этому поводу в своих воспоминаниях о Бартини: «После долгих раздумий я, наконец, понял, что имеется в виду наша Вселенная...». Как мог воспринять такое начало статьи рядовой читатель журнала, обычный научный сотрудник?

Теоретическая физика, по сути, занимается созданием математических моделей и гипотез для объяснения процессов и явлений, наблюдаемых в природе. При этом при формулировании любой физической гипотезы учитываются данные физического эксперимента, и, кроме того, всегда существуют некоторые соображения интуитивного, эвристического плана, позволяющие как-то обосновать часто далеко не очевидные математические построения. В рассматриваемом случае о результатах эксперимента говорить не приходится, их просто нет. Однако автор статьи не делает ни малейших намеков, позволяющих как-то очертить тот, пусть шаткий, фундамент, на котором строятся его предположения. Примерно так же излагает материал Р. Фейнман в своем известном курсе лекций по физике: даны уравнения электродинамики Максвелла, из них при одних условиях получаются законы электростатики, при других — законы магнитостатики, при третьих — законы электромагнетизма. О том, какие соображения были положены в основу уравнений, какие сомнения буквально терзали Максвелла при их создании, сколько раз он переписывал свои уравнения — ни слова. Но Р. Фейнман читал и писал свой курс лекций для инженеров, которым, по мнению автора, глубоко понимать суть изучаемых явлений вовсе не обязательно

«Что это мы тут шумим? У нас же есть Бартини — вот и поручим проблему ему! Уж если он ее не решит, значит, она принципиально нерешаема...»

Яковлев А.С.

(см. авторское введение к курсу). Желающие получить более глубокие знания могли обратиться к учебникам, излагающим основы физики традиционным способом — от идеи и эксперимента к математическим формулировкам законов. Бартини же впервые излагает свои пионерские идеи, не имеющие никаких экспериментальных оснований, в стиле Р. Фейнмана, как нечто, само собой разумеющееся, не требующее никаких дополнительных пояснений. Именно поэтому некоторые ученые до сих пор считают эту статью пародийным розыгрышем, не принимая в расчет простое соображение: розыгрыш предполагает фальсификацию, т.е. подгонку результатов, что в рассматриваемом случае сделать практически невозможно.

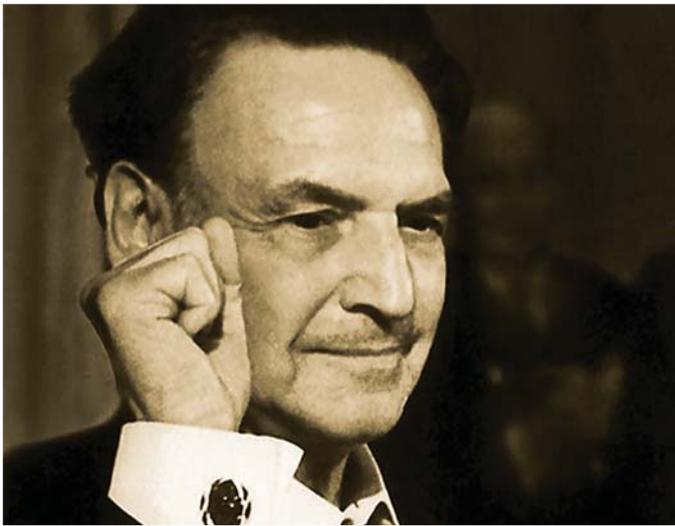
Ниже приведена часть таблицы физических констант из статьи Бартини. Три последние константы взяты из более полного варианта статьи, опубликованной в сборнике «Проблемы теории гравитации и элементарных частиц», Атомиздат, 1966г., стр.249-266. Всего Бартини рассчитал 21 физическую константу, здесь приведены наиболее известные.

Из таблицы видно, что значения констант, вычисленных аналитически по формуле Бартини и полученных экспериментально, удивительным образом совпадают. Становится ясно, что варианты статьи-розыгрыша или статьи-шутки отпадают.

Таблица требует некоторых пояснений. Формула Бартини позволяет вычислить значения констант в кинематической системе единиц измерения физических величин, в которой всего две основные единицы измерения — длина L и время T. Напомним, что во всех используемых сегодня системах единиц измерения физических величин, в том числе и в системе СГС, есть минимум три основных единиц измерения — единицы длины, массы и времени (в системе СИ есть и другие основные единицы). В кинематической системе единиц размерности всех физических величин выражаются через целые степени единиц длины и времени. При построении кинематической системы единиц в качестве основных используются формулы Второго закона Ньютона и Закона всемирного тяготения, в то время

Таблица 1. Значения некоторых физических констант из статьи Бартини

Физическая константа	Формула Бартини	Аналитическое значение в системе LT	Аналитическое значение в системе СГС	Экспериментальное значение в системе СГС
Постоянная Зоммерфельда	$2^{-1} \pi^0 E^1 B^0$	$1,3703749 \cdot 10^2 L^0 T^0$	$1,3703749 \cdot 10^2$	$1,3703743 \cdot 10^2$
Постоянная гравитации	$2^{-2} \pi^{-1} E^0 B^0$	$7,9868888 \cdot 10^{-2} L^0 T^0$	$6,670246 \cdot 10^{-8}$	$6,670 \cdot 10^{-8}$
Масса электрона	$2^{-2} \pi^0 E^0 B^{-12}$	$3,0034916 \cdot 10^{-42} L^3 T^{-2}$	$9,1083006 \cdot 10^{-28}$	$9,1083 \cdot 10^{-28}$
Масса нуклона	$2^1 \pi^{-1} E^0 B^{-11}$	$5,5170164 \cdot 10^{-39} L^3 T^{-2}$	$1,6730742 \cdot 10^{-24}$	$1,6730742 \cdot 10^{-24}$
Заряд электрона	$2^0 \pi^0 E^0 B^{-6}$	$1,7330584 \cdot 10^{-21} L^3 T^{-2}$	$4,8028502 \cdot 10^{-10}$	$4,80286 \cdot 10^{-10}$
Постоянная Планка	$2^0 \pi^1 E^1 B^{-12}$	$2,586100 \cdot 10^{-39} L^5 T^{-3}$	$6,625152 \cdot 10^{-27}$	$6,62517 \cdot 10^{-27}$
Магнетон Бора	$2^{-2} \pi^0 E^1 B^{-6}$	$1,187469 \cdot 10^{-19} L^4 T^{-2}$	$9,273128 \cdot 10^{-21}$	$9,2734 \cdot 10^{-21}$
Частота Комптона	$2^{-1} \pi^{-1} E^{-1} B^0$	$5,806987 \cdot 10^{-21} L^0 T^{-1}$	$6,178094 \cdot 10^{19}$	$6,178094 \cdot 10^{19}$



«Каждые 10-15 лет клетки человеческого организма полностью обновляются, и поскольку я прожил в России более 40 лет, во мне не осталось ни одной итальянской молекулы».

Роберт Л. Бартини

как, например, при построении системы СГС используется только Второй закон Ньютона. Между значениями констант в системе единиц измерения физических величин, используемой Бартини, и их значениями в системе СГС существует однозначное соответствие. Характерно, что автором сначала были вычислены значения физических констант, а затем были получены значения основных единиц L и T кинематической системы из соотношения вычисленных и полученных экспериментально значений скорости света и постоянной Ридберга. Это означает, что автор получил лишь соотношение между физическими константами, что и отражено в названии статьи. В таблице 1 приведены размерности физических констант в кинематической системе, размерности констант в системе СГС опущены. Внимательный читатель заметит, что постоянная Зоммерфельда безразмерна и ее значение в системе LT совпадает со значением в системе СГС. Объясняется это тем, что постоянная Зоммерфельда не имеет размерности и поэтому имеет одинаковое значение в любой системе измерения физических величин. В системе LT безразмерна также и гравитационная постоянная. Этот факт связан с тем обстоятельством, что при построении LT -системы гравитационная постоянная может быть выбрана произвольной как по величине, так и по размерности. Бартини принял ее равной $1/2\pi$ и безразмерной.

По содержанию статьи возникает много вопросов. Вот некоторые из них:

Из каких соображений выбран закон распределения вероятностей нахождения Вселенной в n -мерном состоянии?

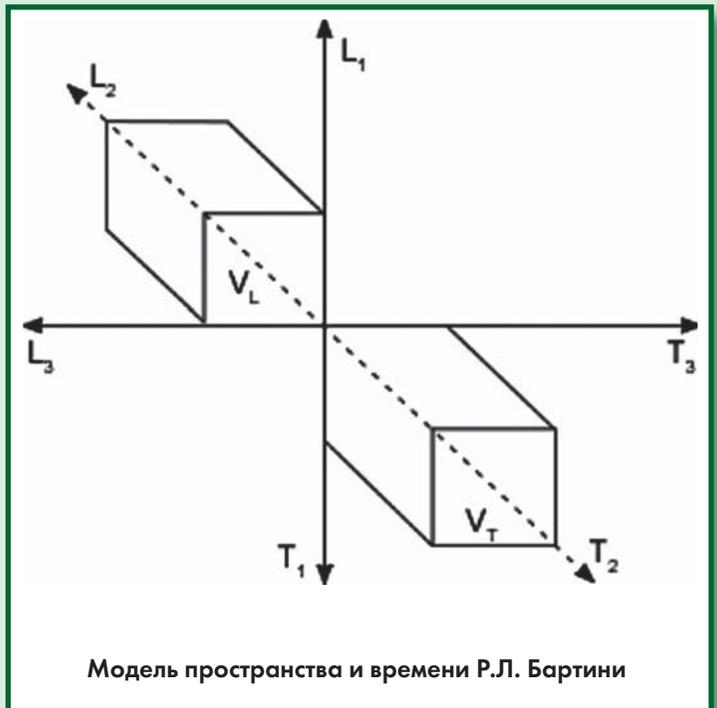
Каковы размерности констант B и E ? Каким образом из формулы Бартини получаются размерности физических констант?

Каким образом найдены значения целых констант m , n , k , l ? При современном уровне развития вычислительной техники они могут быть найдены методом перебора, но в 1965 году они могли быть рассчитаны только аналитически. По каким формулам?

Из формулы Бартини следует, что значения физических констант лежат в узлах четырехмерной сетки, образуемой совокупностью четырех целых чисел. Каким узлам принадлежит не известные сегодня науке физические константы? Каков их физический смысл?

Ответы на некоторые вопросы могли бы присутствовать в статье, но автор не считал нужным их дать. Ответы на остальные вопросы могут быть получены только в результате дальнейшей разработки предложенной в статье гипотезы. Вообще при чтении статьи возникает ощущение, что автор опускает некоторые ключевые моменты в изложении материала, то ли с целью сокращения объема материала, то ли в целях защиты от плагиата. Последнее вполне вероятно, так как у Бартини был неприятный опыт совместной работы по пятимерной оптике с физиком Ю.Б. Румером, который опубликовал монографию по пятимерной оптике под своим именем, забыв отметить, что результаты были получены в соавторстве с Бартини.

Тем не менее, несмотря на все вопросы по статье и претензии к форме изложения материала, нельзя не признать очевидное: Р.Л. Бартини предложил оригинальную гипотезу $(4+1)$ -мерного строения Вселенной, теоретически ее обосновал и фактически довел гипотезу до физического эксперимента, коим является выявление аналитической связи между физическими константами. Правда, это не вполне полноценный эксперимент. Физики считают эксперимент полноценным, если гипотеза может предсказать новое физическое явление и позволяет дать рекомендации по постановке проверочного эксперимента. Далее эксперимент реализуется, и его результат определяет дальнейшую судьбу гипотезы.



Модель пространства и времени Р.Л. Бартини

Попытки построения модели Вселенной с дополнительными размерностями предпринимались и до Бартини. В 1919 году польский физик и математик Теодор Калуца из Кенигсбергского университета предложил теорию, в основе которой лежало представление о пятимерном пространстве-времени, точнее, $(4+1)$ в соответствии с обозначениями Бартини. Формально выписав уравнения общей теории относительности для четырех измерений, Т. Калуца получил удивительный результат. Новые уравнения, полученные Т. Калуцей, кроме обычных уравнений Эйнштейна, включали в себя уравнения электродинамики, полученные Максвеллом в 1862 году. Иными словами, добавив в модель Вселенной четвертое измерение, Т. Калуца объединил теорию гравитации Эйнштейна и максвелловскую теорию электромагнитного поля. Оставалось непонятным, каким образом



«Прошлое, настоящее и будущее — одно и то же. В этом смысле время похоже на дорогу: она не исчезает после того, как мы прошли по ней и не возникает сию секунду, открываясь за поворотом»

Р.Л. Бартини

можно совместить четвертое измерение с тем очевидным фактом, что реально мы видим ровно три измерения. В 1926 году шведский математик Оскар Клейн высказал предположение, что структура Вселенной может включать в себя измерения, свернутые в столь малом объеме, что ни один измерительный прибор не может их обнаружить. Теория Калуцы-Клейна в дальнейшем оказалась в серьезном противоречии с результатами эксперимента, интерес физиков к ней угас. Теория была реанимирована только в середине 80-х годов в связи с развитием квантовой механики. Сегодня эта теория носит название теории суперструн. Теория активно разрабатывается уже более 20 лет и претендует на статус окончательной теории, «теории всего», должной объединить квантовую механику, классическую физику, теорию относительности, ответить на многие другие вопросы. В числе прочих вопросов теория суперструн рассматривает и вопрос димензиального строения Вселенной. В соответствии с этой теорией размерность Вселенной равна $(10+1)$. В активе теории суперструн есть очень весомый результат — в ее рамках было теоретически обосновано существование Закона всемирного тяготения. Это означает, что если бы науке до сих пор не был известен Закон всемирного тяготения, он был бы открыт сегодня с помощью теории суперструн. Однако результат этот тоже не вполне полноценный, потому что он подтвердил давно открытое. В середине 90-х энтузиасты теории суперструн прогнозировали выход теории на полноценный эксперимент максимум в течение 10 лет, однако с тех пор прошло 15 лет, а желаемого результата пока нет.

Мы не знаем, верны или ложны как теория суперструн, так

и гипотеза Бартини. Если учесть, что с 6 измерениями Бартини работать гораздо проще, чем с 11 измерениями теории суперструн, гипотеза Бартини, возможно, более перспективна. Во всяком случае, существенно меньшая размерность Вселенной по Бартини позволяет быстрее довести его гипотезу до полноценного физического эксперимента и, в конце концов, принять ее или отвергнуть.

Свою статью Бартини завершает фразой: *«В другом сообщении будет показано, что $(3+3)$ -мерность пространства-времени является экспериментально проверяемым фактом и что 6-мерная модель свободна от логических трудностей, созданных $(3+1)$ -мерной концепцией»*. Другого сообщения не последовало, и вряд ли в этом можно обвинить автора. В беседе с С.С. Герштейном Бартини заметил, что в том ремесле, которым он занимается, у него есть определенные успехи, а в теоретической физике пока таких успехов нет. Занимаясь своим «ремеслом», в последние годы жизни (Бартини скоропостижно скончался в 1974 году), будучи пожилым человеком, он руководил проектированием, постройкой экспериментального образца и испытаниями вертикально взлетающей амфибии. Самолет был успешно испытан, но в производство не пошел: Бартини опять опередил свое время. Такой самолет до сих пор не построен нигде и вряд ли будет построен в обозримом будущем, во всяком случае, в России. Возможно, именно занятость «ремеслом» помешала Бартини опубликовать обещанное им «другое сообщение».

Более сорока лет димензиальная гипотеза Бартини находилась в забвении, и только в последние годы интерес к научному наследию Бартини в России стал расти. В 2009 году был издан сборник «Мир Бартини», в который вошли некоторые работы Бартини по философии и теоретической физике. Одно из новосибирских издательств готовит к изданию в 2010 году книгу «Авиаконструктор Роберт Людвигович Бартини». В книгу должны войти все работы Бартини, как опубликованные, так и не опубликованные, воспоминания о нем друзей и сотрудников. Недавно в телевизионной передаче, посвященной авиационному музею в Таганроге, был показан макет вертикально взлетающей амфибии, было сказано, что это чудо-самолет, правда, имя автора конструкции почему-то не было названо. Отчасти возрождение интереса к идеям Бартини связано, видимо, с тем, что теория суперструн, несмотря на очень активное внимание к ней мирового научного сообщества, не дает ожидаемых результатов.

Приведет ли рост интереса к наследию Бартини к возобновлению работы над его гипотезой? Трудно сказать, ведь сегодня нет специалистов с таким уровнем знаний и талантом, какие были у Бартини. Внимательное чтение работ Бартини по философии и теоретической физике, знакомство с его деятельностью как авиаконструктора, его личные качества наводят на мысль о чрезвычайной одаренности этого человека, далеко выходящей за обыденные рамки. Люди масштаба Роберто Ороса ди Бартини появляются на нашей планете очень нечасто, возможно, далеко не каждое столетие. Кроме того, идеи Бартини — это советские, российские идеи, а Запад очень ревниво относится к вопросам приоритета в науке, технике, спорте и др., поэтому вряд ли западные физики станут ими заниматься. Скорее всего, к идеям Р.Л. Бартини вернется именно российская наука, если она не деградирует окончательно и если теория суперструн не даст выхода на реальный эксперимент в течение ближайших 10-15 лет.

