

УДК 621

## ВАКУУМ. СОВРЕМЕННЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ И ПРОБЛЕМНЫЕ ВОПРОСЫ



### VACUUM. CURRENT VIEWS AND PROBLEMATIC ISSUES

**Пережогин Леонид Анатольевич**

кандидат технических наук, доцент,  
доцент кафедры механики,  
Краснодарское высшее военное  
авиационное училище летчиков

**Савицкий Юрий Александрович**

доцент, доцент кафедры механики,  
Краснодарское высшее военное  
авиационное училище летчиков

**Терехов Владимир Валерьевич**

кандидат технических наук, доцент,  
заведующий кафедрой механики,  
Краснодарское высшее военное  
авиационное училище летчиков

**Аннотация.** В статье рассмотрены проблемные вопросы о природе физического вакуума. Представлены общепринятые воззрения и предлагаемые различными исследователями (от Эйнштейна и Дирака до современных ученых) взгляды на природу и внутреннюю структуру вакуума.

**Ключевые слова:** вакуум, низкий вакуум, высокий вакуум, сверхвысокий вакуум, стандартная модель, поле Хиггса, эффект Казимира, теория суперобъединения, квантон, сверхупругость и сверхпроницаемость.

**Perechogin Leonid Anatolich**

Ph.D. in Technical Sciences,  
Associate Professor,  
Head of the Department of Engineering,  
Krasnodar Air Force Institute for Pilots

**Savitskiy Uriy Aleksandrovich**

Associate Professor,  
Head of the Department of Engineering,  
Krasnodar Air Force Institute for Pilots

**Terekhov Vladimir Valerievich**

Ph.D. in Technical Sciences,  
Associate Professor,  
Head of the Department of Engineering,  
Krasnodar Air Force Institute for Pilots

**Annotation.** The article deals with problematic questions about the nature of the physical vacuum. The paper presents the generally accepted views and proposed by various researchers (from Einstein and Dirac to modern scientists) on the nature and internal structure of the vacuum.

**Keywords:** vacuum, low vacuum, high vacuum, ultra-high vacuum, standard model, Higgs field, Casimir effect, superunion theory, quantonism, superelasticity, and superpermeability.

С о школьной скамьи все знакомы с понятием «*вакуум*», происходящим от латинского *vacuum* – пустота. В бытовом понимании вакуум – это некий объем, в котором давление воздуха близко к нулю.

На поверхности земли давление атмосферного воздуха имеет значение  $1,013 \cdot 10^5 \pm 400$  Па и по мере увеличения высоты над поверхностью земли уменьшается.

Таким образом, любой человек, поднявшийся в воздух на летательном аппарате, попадает в область пониженных давлений, причем с увеличением высоты полета разрежение быстро увеличивается. С появлением новой авиационной техники высота полета летательных аппаратов увеличивается в до космических значений, поэтому кургантам следует иметь понятие о вакууме и о современном понимании этого термина.

Техническим вакуумом называют газовую среду в сосуде или трубопроводе с давлением значительно меньшим, чем в окружающей атмосфере. Мерой степени разрежения вакуума служат концентрация молекул газа и (или) длина свободного пробега молекул газа  $\lambda$ , связанная с *взаимными* столкновениями молекул и характерным линейным размером  $l$  сосуда, в котором находится газ.

В технике низким вакуумом (или форвакуумом) [1] называют среду с давлением около 1 торр (1 торр  $\approx 133,322$  Па или 1 мм. рт.ст.). При таком давлении концентрация молекул газа составляет  $10^{16}$  мол/см<sup>3</sup>, а соотношение  $\lambda/l \ll 1$ .

Высоким вакуумом называют среду с давлением от 10–5 торр. При этом  $\lambda/l \approx 1$ , а концентрация молекул газа составляет 1011 мол/см<sup>3</sup>.

Среды с давлением  $10^{-9}$  торр и ниже, когда  $\lambda/l \ll 1$ , называют *сверхвысоким вакуумом*.

Есть основание полагать, что в дальнем космосе давление может быть даже  $10^{-16}$  торр, при котором концентрация молекул менее 1 мол/см<sup>3</sup>.

Для гипотетической среды, в которой вообще нет вещества, применяется понятие абсолютного (математического) вакуума.

И хотя теоретически нулевая плотность вещества в пространстве представима, в науке достаточно давно появилось осознание того, что вакуум не пустота, не некое «ничто», и с этим было связано введение понятия «*физический вакуум*».

С начала прошлого века известен факт, что атом любого вещества несоизмеримо больше ядра, находящегося в его центре. Пространство между электронами и ядром ничем (никаким веществом) не заполнено, т.е. именно этот «физический вакуум» занимает подавляющую часть объема даже в самом плотном веществе.

На вопрос о том, чем же является физический вакуум на самом деле, существуют различные точки зрения.

Здесь предпринята попытка представить их в самом сжатом виде.

Еще в 1915 году Эйнштейн [2] сформулировал общую теорию относительности, в которой вывел уравнения, описывающие гравитационные взаимодействия через кривизну пространства событий. При этом понималось, что массивное тело искривляет пространство-время вокруг себя, поскольку существуют две объективных реальности – пространство-время (что является собой континуум) и материя. Само наличие материи в пространственно-временном континууме искривляет его.

В работе [3] Эйнштейн определенно высказал свою точку зрения, что «пустого» пространства, то есть пространства без поля, не существует, откуда следует, что пространство-время существует не само по себе, а только как структурное свойство поля.

Наиболее распространенным современным взглядом на природу физического вакуума является представление о нем, как о некоей полевой материи. Одной из возможных форм такого поля, согласно Стандартной модели физики элементарных частиц [4], является поле Хиггса. Наличие взаимодействия вакуума с вещественной материей было совсем недавно (в 2010–2011 г.) экспериментально доказано статическим и динамическим эффектами Казимира [5]. Первым (статическим эффектом) было доказано существование давления вакуума, проявляющегося в его способности сближать тела на очень малых расстояниях. Вторым (динамическим эффектом) – способность вакуума тормозить движущиеся тела за счет непрерывно возникающих в нем флуктуаций.

Еще один взгляд состоит в том, что вакуум – это одна из форм материи, представляющая состояние квантового поля с наименьшей энергией. Согласно [6] на сегодня известны многие свойства квантового поля, но вопрос о его физической природе остается открытым. В первом приближении квантовое поле представляют как пространство, заполненное квантами заряда, т.е. все уровни физического вакуума заполнены квантами одного знака (теория дырок Дирака).

В 1985 г. известный английский физик-теоретик и популяризатор науки П. Девис [7] высказал мнение, что *«вся природа, в конечном счете, подчинена действию некой суперсилы, проявляющейся в различных «ипостасях». Эта сила достаточно мощна, чтобы создать нашу Вселенную, наделить ее светом, энергией, материей и придать ей структуру. Но суперсила – нечто большее, чем просто создающее начало. В ней материя, пространство-время и взаимодействие слиты в нераздельное гармоничное целое, порождающее такое единство Вселенной, которое ранее никто не предполагал»*.

Сходные по сути, но различающиеся в подходах и деталях взгляды на структуру и свойства физического вакуума изложены в работах [8, 9, 10].

Например, А.В. Рыков [8], исходя из представлений об электромагнитной природе вселенной. Указывая на невозможность распространения электромагнитных волн в «пустом» пространстве, он для физического вакуума, употребляет термин «среда». По его расчетам среда имеет дискретную электронно-позитронную «решётку» с размерным шагом  $r_e \approx 1,399 \cdot 10^{-15}$  м в узлах которой имеются заряды (+) и (–). Исходя из положений электродинамики, автор убедительно показывает связь между мировыми фундаментальными константами, дает объяснение большинству недавно открытых космологических явлений и формулирует направления развития прорывных практических технологий.

По В.В. Леонову, выдвинувшему теорию суперобъединения [9], вакуум представляет собой среду, состоящую из квантонов – квантов пространства-времени, имеющих диаметр порядка  $\sim 10^{-25}$  м (это размер на 10 порядков меньший полученного в [8]

размера  $g_e$ ). По теории суперобъединения квантон состоит из четырех невесомых (т.е. не имеющих массы) монополярных зарядов: двух электрических ( $+1e$  и  $-1e$ ) и двух магнитных ( $+1g$  и  $-1g$ ), связанных внутри электромагнитного квадруполья. В квантоне центры зарядов, равных по величине заряду электрона ( $1,602 \cdot 10^{-19}$  Кл), служат источниками и стоками полей, образуя электрический ( $+1e, -1e$ ) и магнитный ( $+1g, -1g$ ) диполи, электрические и магнитные оси которых всегда остаются ортогональными. Внутри квантона электричество и магнетизм связаны сверхсильным электромагнитным взаимодействием (СЭВ), объединяясь в единую субстанцию. Полевая форма материи характеризуется свойствами с приставкой «сверх»: сверхупругостью и сверхпроницаемостью, при которых любое твердое тело из вещественной материи может свободно проникать в сверхтвердую квантованную среду и свободно двигаться в ней. Квантон представляет собой объемный упругий резонатор, колебания которого задают темп электромагнитным процессам, и это позволяет автору утверждать, что квантон объединяет в себе как электричество и магнетизм, так и пространство и время. Концентрация квантонов составляет  $\rho_0 \approx 3,55 \cdot 10^{75}$  квантонов/м<sup>3</sup>, что обеспечивает вакууму сверхвысокий энергетический потенциал.

По представлениям Г.И. Шипова [10], невозмущенный вакуум является однородным телом, обладающим свойствами инерции и абсолютной упругости и имеющим в невозмущенном состоянии нулевой уровень плотности  $\rho_0$ . Однако плотность вакуума не точно равна нулю, а имеет очень слабую реликтовую асимметрию в пользу материальности (но не антиматериальности), так что вакуум имеет положительную массу порядка  $\sim 10^{-29}$  г/см<sup>3</sup>, что близко к оценке, полученной в [8]. Кроме того, автор [10] полагает, что вакуум имеет многослойную иерархическую структуру и насыщен энергией. По приводимым им оценкам плотность энергии только одного электромагнитного слоя вакуума может составлять от  $10^{18}$  до  $10^{19}$  Дж/см<sup>3</sup>. Кроме того, автор допускает существование бозонного, кварк-глюонного, хиггсовского и, возможно, других вакуумных конденсатов.

В работе [8] и ряде других источников приводятся изложенные в популярной форме расчетные оценки энергетического потенциала вакуума, выполненные нобелевскими лауреатами Р. Фейнманом и Дж. Уиллером. Авторы приводят пример, что энергии, заключенной в вакууме, имеющем объем обычной электрической лампочки, хватит для того, чтобы вскипятить все океаны на Земле.

В заключение этого краткого обзора можно сказать, что изложенные взгляды на сущность и свойства физического вакуума сходны в том, что вакуум не абсолютная пустота, а поле, обладающее уникальными свойствами и громадной энергией. Поэтому можно предположить, что в недалеком будущем на основании новейших открытий астрономии, экспериментальных и теоретических исследований природы физического вакуума, будет принято единое воззрение, которое позволит выйти на прорывные научные и технические решения в области проблем гравитации и энергетики. Так, на 2019–2020 гг. в корпорации Роскосмос намечена доработка и апробация технических устройств, разработанных на предпосылках, вытекающих из теории суперобъединения В. Леонова.

## Литература

1. Вакуумная техника. Термины и определения : ГОСТ 5197-85.
2. Эйнштейн А. Собрание научных трудов. – М. : Наука, 1965–1967. – Т. 1–4.
3. Эйнштейн А. Релятивистская теория несимметричного поля : Собрание научных трудов. – М. : Наука, 1966. – Т. 2. – С. 873.
4. Емельянов В.М. Стандартная модель и ее расширения. – М. : Физматлит, 2007. – 584 с.
5. Паевский А. Топ-10 научных новостей «в Nature». – ТрВ-Наука, 17.01.2012. – № 1 (95). – С. 9.
6. Вайнберг С. Квантовая теория полей. – М. : Фазис, 2002. – Т. 3. – 458 с.
7. Дэвис П. Суперсила. – М. : Мир, 1989. – 271 с.
8. Рыков А.В. Вакуум и вещество Вселенной. – М. : 2007. – 160 с.
9. Леонов В.С. Открытие электромагнитного кванта пространства и природа гравитационных взаимодействий / в сб. «Четыре доклада по теории УКС». – СПб, 2000. – С. 52–53.
10. Шипов Г.И. Теория физического вакуума. – М. : Наука, 1997.

## References

1. Vacuum technology. Terms and definitions : GOST 5197-85.
2. Einstein A. Collection of scientific works. – M. : Science, 1965–1967. – Т. 1–4.
3. Einstein A. Relativistic Theory of Symmetric Field : A Collection of Scientific Proceedings. – M. : Science, 1966. – Vol. 2. – P. 873.
4. Emelyanov V.M. Standard model and its extensions. – M. : Fizmatlit, 2007. – 584 p.
5. Paevskiy A. Top-10 scientific news «in Nature». – TrV-Nauka, 17.01.2012. – № 1 (95). – P. 9.
6. Weinberg S. Quantum field theory. – M. : Phasis, 2002. – Т. 3. – 458 p.
7. Davis P. Superpower. – M. : World, 1989. – 271 p.
8. Rykov A.V. Vacuum and Material of the Universe. – M. : 2007. – 160 p.
9. Leonov V.S. Opening of an electromagnetic space quantum and the nature of the gravitational interactions / in a collection «Four reports on the theory of UCS». – St. Petersburg, 2000. – P. 52–53.
10. Shipov G.I. The theory of physical vacuum. – M. : Nauka, 1997.