

О ВЫСШИХ РАЗМЕРНОСТЯХ В ПРИРОДЕ

Г.В. Жижин

Участник проекта «Сколково» ООО «АДАМАНТ», Санкт-Петербург, Россия

Эл. почта: genzhizhin@gmail.com

Статья поступила в редакцию 03.11.2014; принята к печати 25.11.2014

Впервые поставлен вопрос о возможности существования молекул (и их совокупности) высшей размерности в природе вследствие особых распределений материи. Подробно исследованы геометрические особенности молекулы адамантана, лежащие в основе структуры алмаза и многих лекарственных средств. Показано, что она имеет размерность 4.

Ключевые слова: размерность, адамантан, политоп, многогранник, углерод.

ON HIGH DIMENSIONALITIES IN NATURE

G.V. Zhizhin

OOO "ADAMANT" participant in the Project "Skolkovo", Saint-Petersburg, Russia

E-mail: genzhizhin@gmail.com

The possibility that molecules (and their aggregates) having high dimensionalities exist in the Nature is considered for the first time. The geometric features of adamantan molecule have been scrutinised to show that the dimensionality of the molecule is four. The same features are inherent in the structure of adamant and adamantan-based medicinal drugs.

Keywords: dimensionality, adamantan, carbon, polytope, polyhedron.

Посвящается Ф.Т.Ю.

Введение

Пространством в математике называется логически мыслимая форма (или структура), служащая средой, в которой существуют другие формы или иные конструкции [9]. В этом определении существенное значение имеет то, что пространство есть логически мыслимая форма. Зрительный образ любого предмета на сетчатке глаза человека двумерен. Поэтому всякий предмет воспринимается первоначально как двумерный. Равным образом мы осязаем также лишь поверхность предмета, то есть опять ощущаемый образ предмета двумерный. Представление о трехмерности предмета образуется только в результате сравнения не совпадающих образов в правом и левом глазу, причем особенно сильно эта разница наблюдается в движении. Сравнение происходит в процессе мышления, в результате которого появляется суждение. Поэтому представление даже о трехмерности предметов есть абстрактное представление и, в силу этого, затруднительно для многих людей, хотя традиционно мы привыкли считать окружающий нас мир трехмерным. Следует также иметь в виду, что геометрические аксиомы «не являются ни синтетическими априорными суждениями, ни опытными фактами. Они суть условные положения (соглашения): при выборе между всеми возможными соглашениями мы руководствуемся опытными фактами, но сам выбор остается свободным и ограничен лишь необходимостью избегать всякого противоречия» [11].

Исторически сложились два главных представления о пространстве, в рамках которых возникло множество модификаций этих представлений и соответствующих геометрий. Согласно первому из этих представлений, связанному с именами Аристотеля и Лейбница, реальное пространство является свойством положения материальных объектов, то есть оно неразрывно связано с материей. Развитие этих представлений привело к известному положению философии, что нет пространства без материи, так же как

нет материи без пространства, и что пространство есть форма существования материи.

Согласно второму из этих представлений, связанному с именами Демокрита и Ньютона, пространство являетсяместилищем всех материальных объектов, не оказывающих на пространство никакого влияния [16]. Именно это представление о пространстве стало определяющим на многие столетия и явилось философской основой геометрии Евклида [6]. Согласно этому представлению, геометрическое пространство непрерывно, бесконечно, трехмерно, однородно (все точки пространства тождественны друг другу), изотропно (все прямые, проходящие через одну точку, тождественны друг другу).

Открытие Н.И. Лобачевским непротиворечивой неевклидовой геометрии [8], согласно которой через точку вне прямой на плоскости можно провести более одной параллельной прямой, положило начало бурному развитию геометрии. Важно при этом, что Н.И. Лобачевский связывал геометрию с физикой, а пространство с материей. Работы Н.И. Лобачевского по неевклидовой геометрии активно продолжил Б. Риман [12]. Б. Риман развивает идею о неоднородных пространствах и о связи их с материей, которая приводит к возникновению структуры пространства. Здесь Б. Риман смыкается с концепцией Лейбница, согласно которой пространство есть свойство положения материальных объектов. Именно неоднородные пространства Б. Римана, отвергнувшего отрыв пространства от материи, получили реализацию в физической теории – общей теории относительности Эйнштейна, которая дала естественнонаучное доказательство взаимосвязи пространства и материи. Принято считать, что вопросы неоднородности пространства и возникновения пространства высокой размерности важны только при больших масштабах рассматриваемых областей, например, Вселенной и еще больших областей. В современной теории о всеобщей природе мира – теории суперструн – лег-

ко вводится понятие о девятимерном пространстве [1–3, 13]. Однако и в ближайшем к нам пространстве – биосфере – можно указать примеры возникновения пространств высшей размерности при некоторых специальных вариантах распределения материи, то есть атомов.

Исследования последних лет показывают, что представление о трехмерности окружающего мира часто приводит к противоречию. Например, с точки зрения трехмерного пространства никак не удалось точно описать экспериментальные электронные дифрактограммы квазикристаллов (интерметаллидов) [25]. Только при допущении, что пространство квазикристаллов четырехмерное, удалось это сделать [4, 5, 15, 28]. Экспериментальные исследования фазовых переходов второго рода, родоначальником теории которых был Л.Д. Ландау [7], также удалось объяснить, только предположив размерность пространства, равную четырем [23, 26, 29, 30]. Подобные фазовые переходы в твердых телах происходят не только в лабораторных исследованиях, но и в природе, например, в процессах образования горных пород. Клатратные соединения, то есть соединения, образованные включением молекул вещества в полость кристаллической решетки, образованной молекулами другого типа (решетчатые клатраты), либо в полость большой молекулы другого типа (молекулярные клатраты), широко распространены в природе. Важный пример решетчатого клатрата – гидрат метана, в котором молекулы метана заключены в пустоты кристаллической решетки льда. Запасы метана на дне океанов в таком виде, вероятно, значительно превышают запасы газа в свободном состоянии. Исследования клатратов с участием атомов кремния и германия указывают на возможную четырехмерность этих соединений [17, 21]. Многие минералы в природе находят в виде сросшихся различных геометрических форм, проходящих друг через друга, что тоже, по-видимому, можно интерпретировать как образование геометрических форм высшей размерности. Хорошо известно, например, что элементарная ячейка алмаза идентифицировалась различными авторами с многогранниками различной формы [14]: тетраэдром, октаэдром и другими многогранниками.

Размерность молекулы алмазана

В данной работе вопрос о размерности химического соединения будет подробно рассмотрен на примере молекулы алмазана. Алмазан как химическое соединение был открыт в 1933 г. [27]. Молекула алмазана состоит из 10 атомов углерода, повторяющихся расположение атомов углерода в кристаллической решетке алмаза, и 16 атомов водорода, соединенных с атомами углерода по их ненасыщенным атомам углерода валентным связям. Открытие алмазана послужило импульсом к развитию химии органических полиэдров. Производные алмазана нашли практическое применение в качестве лекарственных препаратов с различной биологической активностью и различного назначения (противовирусные препараты, спазмолитики, антипаркинсонические лекарства и др.): амантадин, мемантин, римантадин, тромантадин и др. У всех этих препаратов повторяется структурная группа атомов углерода, характерная для алмазана, изменяются лишь структурные группы, подсоединяемые к атомам углерода. Среди неорганических и элементоорганиче-

ских соединений есть ряд структурных аналогов молекулы алмазана. К ним относятся оксид фосфора, уротропин и др. В 2005 г. был синтезирован кремниевый аналог алмазана [22] (как известно, кремний в земной коре составляет 27,6%). В литературе (см., например, [19, 20]) распространено изображение алмазана, как на рис. 1. (Атомы водорода, как правило, не изображаются. В дальнейшем, говоря о молекуле алмазана, мы часто будем иметь в виду именно 10 атомов углерода молекулы алмазана, хотя, строго говоря, это есть лишь часть молекулы алмазана.) Однако этот рисунок не отражает основные особенности пространственного расположения атомов углерода.

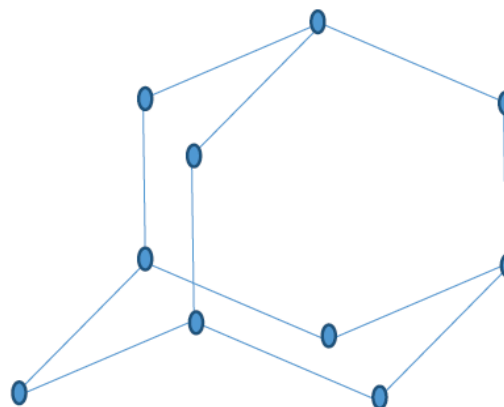


Рис. 1. Упрощенная схема алмазана

Теорема

Молекула алмазана представляет собой выпуклый политоп в пространстве 4D.

Доказательство

Построим ячейку алмазана в трехмерном евклидовом пространстве, учитывая, что 6 из 10 атомов алмазана располагаются в центрах плоских граней куба, а каждый из четырех атомов углерода внутри куба равно удалены от трех ближайших центров плоских граней куба и соответствующей общей этим граням вершины куба (рис. 2).

На рис. 2, кроме ребер куба, имеются возникающие при построении линии разного рода. Сплошные тонкие линии очерчивают правильный тетраэдр, вписанный в куб, его ребра являются диагоналями граней куба. Сплошные толстые линии соответствуют

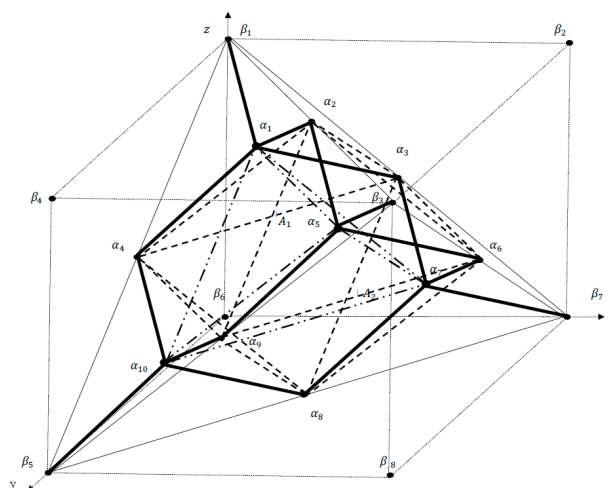


Рис. 2. Структура алмазана

валентным связям между атомами углерода. (Считаем, что в вершинах куба расположены также атомы углерода, это отвечает структуре алмаза. Возможное расположение атомов других веществ в вершинах куба не влияет на анализ геометрии адамантана.) Пунктирные линии, проходящие через точки $\alpha_2, \alpha_6, \alpha_3, \alpha_4, \alpha_8, \alpha_9$, очерчивают правильный октаэдр, проходящий через атомы молекулы адамантана, расположенные в центрах граней куба. Штрих-пунктирные линии очерчивают правильный тетраэдр, вершины которого совпадают с атомами углерода адамантана, расположенными внутри куба, $\alpha_1, \alpha_5, \alpha_7, \alpha_{10}$. В силу построения, образовавшиеся отрезки, соединяющие вершины адамантана, распадаются на 10 семейств параллельных отрезков, в каждом семействе по три параллельных отрезка: 1) $\alpha_1\alpha_2, \alpha_7\alpha_6, \alpha_{10}\alpha_9$; 2) $\alpha_3\alpha_1, \alpha_8\alpha_{10}, \alpha_5\alpha_6$; 3) $\alpha_3\alpha_2, \alpha_7\alpha_5, \alpha_8\alpha_9$; 4) $\alpha_1\alpha_4, \alpha_7\alpha_8, \alpha_5\alpha_9$; 5) $\alpha_4\alpha_2, \alpha_8\alpha_6, \alpha_{10}\alpha_5$; 6) $\alpha_9\alpha_2, \alpha_3\alpha_8, \alpha_{10}\alpha_1$; 7) $\alpha_4\alpha_3, \alpha_7\alpha_{10}, \alpha_6\alpha_9$; 8) $\alpha_5\alpha_2, \alpha_1\alpha_3, \alpha_{10}\alpha_4$; 9) $\alpha_1\alpha_5, \alpha_3\alpha_6, \alpha_4\alpha_9$; 10) $\alpha_6\alpha_2, \alpha_7\alpha_1, \alpha_4\alpha_8$. Следовательно, общее количество отрезков, каждый из которых есть ребро некоторого многогранника, равно 30. Длина отрезков определяется по длине ребра куба. Положим длину ребра куба равной 1 (для перехода к конкретному размеру длины связи необходимо ввести масштабный множитель). Тогда правильные тетраэдры с основаниями на гранях октаэдра и вершинами, совпадающими с вершинами куба (например, тетраэдр $\beta_1\alpha_2\alpha_3\alpha_4$), имеют в силу расположения точек $\alpha_2, \alpha_6, \alpha_3, \alpha_4, \alpha_8, \alpha_9$ в центрах граней куба, длину $a = \frac{1}{\sqrt{2}}$, а радиус описанных вокруг тетраэдров окружностей равен $b = \sqrt{3}/4$. Поэтому отрезки 2), 5), 6), 7), 9), 10) имеют длину a , а отрезки 1), 3), 4), 8) имеют длину b . В связи с этим геометрические двумерные элементы, входящие в адамантан, имеют в качестве сторон отрезки длиной a и b . Можно определить (рис. 2), что множество двумерных граней, входящих в адамантан, образуют правильные треугольники со сторонами a , равнобедренные треугольники с основанием a и двумя сторонами b , квадраты со сторонами a и прямоугольники со сторонами a и b . Среди правильных треугольников есть 4 треугольника, расположенных на внешней границе адамантана ($\alpha_2\alpha_3\alpha_6, \alpha_2\alpha_4\alpha_9, \alpha_4\alpha_3\alpha_8, \alpha_9\alpha_8\alpha_6$), и 8 треугольников, расположенных во внутренней части адамантана ($\alpha_1\alpha_5\alpha_{10}, \alpha_1\alpha_7\alpha_6, \alpha_1\alpha_7\alpha_5, \alpha_2\alpha_9\alpha_6, \alpha_2\alpha_3\alpha_4, \alpha_8\alpha_3\alpha_6, \alpha_4\alpha_9\alpha_8, \alpha_6\alpha_{10}\alpha_7$). Среди неправильных треугольников есть 12 треугольников, расположенных на внешней границе адамантана ($\alpha_2\alpha_3\alpha_1, \alpha_2\alpha_1\alpha_4, \alpha_1\alpha_3\alpha_4, \alpha_2\alpha_5\alpha_9, \alpha_2\alpha_5\alpha_6, \alpha_3\alpha_7\alpha_8, \alpha_3\alpha_7\alpha_6, \alpha_4\alpha_{10}\alpha_9, \alpha_4\alpha_{10}\alpha_8, \alpha_5\alpha_9\alpha_6, \alpha_7\alpha_8\alpha_6, \alpha_8\alpha_9\alpha_{10}$), и 6 треугольников, расположенных во внутренней части адамантана ($\alpha_1\alpha_4\alpha_{10}, \alpha_2\alpha_5\alpha_1, \alpha_5\alpha_6\alpha_7, \alpha_1\alpha_7\alpha_3, \alpha_{10}\alpha_5\alpha_9, \alpha_7\alpha_8\alpha_{10}$). Таким образом, всего в адамантане имеется 30 треугольников. Во внутренней части адамантана есть три квадрата со стороной a как три сечения октаэдра ($\alpha_2\alpha_6\alpha_8\alpha_4, \alpha_2\alpha_3\alpha_8\alpha_9, \alpha_3\alpha_6\alpha_9\alpha_4$) и 12 параллелограммов (рис. 2) со сторонами a и b ($\alpha_1\alpha_3\alpha_8\alpha_{10}, \alpha_1\alpha_2\alpha_9\alpha_{10}, \alpha_1\alpha_5\alpha_9\alpha_4, \alpha_1\alpha_7\alpha_8\alpha_4, \alpha_1\alpha_3\alpha_5\alpha_6, \alpha_1\alpha_7\alpha_6\alpha_2, \alpha_2\alpha_4\alpha_5\alpha_{10}, \alpha_7\alpha_3\alpha_2\alpha_5, \alpha_7\alpha_3\alpha_4\alpha_{10}, \alpha_5\alpha_6\alpha_8\alpha_{10}, \alpha_5\alpha_7\alpha_8\alpha_9, \alpha_6\alpha_7\alpha_9\alpha_{10}$).

Эти параллелограммы суть прямоугольники, так как можно доказать, что плоскости неправильных треугольников, опирающиеся на стороны указанных квадратов, перпендикулярны плоскостям этих квадратов. Действительно, рассечем адамантан плоскостью, проходящей, например (см. рис. 2), через вершину α_2 и ребра $\alpha_1\alpha_2, \alpha_2\alpha_5$ (в силу симметрии октаэдра и тетраэдров, построенных на его гранях, эти

ребра лежат в одной плоскости). Эта плоскость расщепит неправильные треугольники $\alpha_1\alpha_3\alpha_4, \alpha_5\alpha_9\alpha_6$ и правильные треугольники $\alpha_2\alpha_3\alpha_4, \alpha_6\alpha_8\alpha_9$ по их высотам, проходя через середины ребер $\alpha_3\alpha_4, \alpha_6\alpha_9$ (соответственно точки A_1A_2 на рис. 2) и вершину α_8 . Плоскость пересечения представлена на рис. 3.

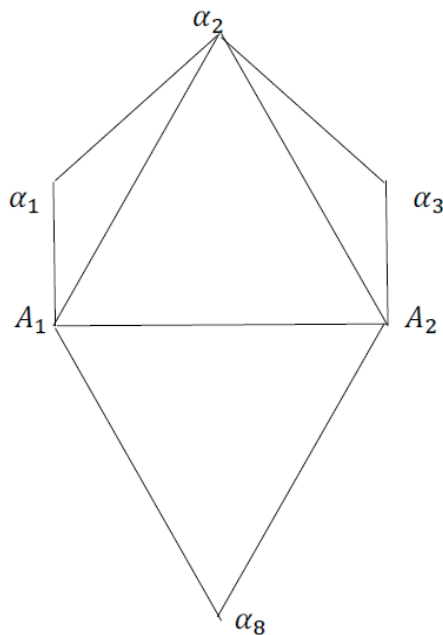


Рис. 3. Сечение адамантана

Покажем, что отрезки $\alpha_1A_1\alpha_3A_2$ перпендикулярны линии A_1A_2 . Это будет доказывать перпендикулярность плоскостей неправильных треугольников плоскости квадрата $\alpha_6\alpha_3\alpha_9\alpha_4$. Рассмотрим треугольник $\alpha_2\alpha_3A_2$. В нем $A_1A_2 = a, \alpha_2A_2 = b = \frac{\sqrt{6}}{4}a, A_2\alpha_3 = \frac{a}{2\sqrt{2}}$.

Поэтому: $\cos \angle \alpha_2 A_2 \alpha_3 = \sqrt{\frac{2}{3}}, \sin \angle \alpha_2 A_2 \alpha_3 = 1/\sqrt{3}$.

Из треугольника $A_1A_2\alpha_2$ находим:

$$\cos \angle \alpha_2 A_2 A_1 = 1/\sqrt{3}, \sin \angle \alpha_2 A_2 A_1 = \sqrt{\frac{2}{3}}$$

Следовательно, $\cos(\angle \alpha_2 A_2 \alpha_3 + \angle \alpha_2 A_2 A_1) = 0$, то есть $\alpha_3 A_2 \perp A_1 A_2$, что и требовалось доказать.

Отсюда следует также, что $\alpha_1\alpha_3 \perp \alpha_3\alpha_6$ и $\alpha_5\alpha_6 \perp \alpha_3\alpha_6$, то есть параллелограмм $\alpha_3\alpha_6\alpha_1\alpha_5$ есть прямоугольник. Также доказывается, что остальные параллелограммы из перечисленных есть прямоугольники.

Таким образом, число квадратов и прямоугольников составляет 15, а общее число геометрических элементов размерности 2 в составе адамантана равно 45.

Перечисленные геометрические элементы размерности 2 образуют в адамантане 25 трехмерных многогранников (рис. 2): 5 тетраэдров ($\alpha_4\alpha_3\alpha_1\alpha_2, \alpha_{10}\alpha_7\alpha_1\alpha_5, \alpha_4\alpha_{10}\alpha_9\alpha_8, \alpha_3\alpha_6\alpha_7\alpha_8, \alpha_2\alpha_6\alpha_9\alpha_5$), 6 призм ($\alpha_3\alpha_2\alpha_1\alpha_8\alpha_9\alpha_{10}, \alpha_6\alpha_2\alpha_1\alpha_7\alpha_6\alpha_{10}, \alpha_3\alpha_2\alpha_5\alpha_8\alpha_9\alpha_7, \alpha_3\alpha_5\alpha_1\alpha_8\alpha_6\alpha_{10}, \alpha_5\alpha_2\alpha_6\alpha_8\alpha_4\alpha_{10}, \alpha_5\alpha_4\alpha_1\alpha_8\alpha_9\alpha_7$), 14 пирамид ($\alpha_4\alpha_2\alpha_1\alpha_9\alpha_{11}, \alpha_5\alpha_2\alpha_1\alpha_9\alpha_{10}, \alpha_4\alpha_3\alpha_2\alpha_8\alpha_{10}, \alpha_7\alpha_3\alpha_1\alpha_8\alpha_{10}, \alpha_4\alpha_2\alpha_3\alpha_9\alpha_8, \alpha_3\alpha_2\alpha_6\alpha_9\alpha_8, \alpha_3\alpha_2\alpha_1\alpha_5\alpha_6, \alpha_5\alpha_3\alpha_1\alpha_6\alpha_7, \alpha_4\alpha_3\alpha_6\alpha_9\alpha_8, \alpha_4\alpha_2\alpha_3\alpha_9\alpha_6, \alpha_4\alpha_3\alpha_1\alpha_7\alpha_{10}, \alpha_4\alpha_3\alpha_7\alpha_8\alpha_{10}, \alpha_4\alpha_5\alpha_1\alpha_9\alpha_{10}, \alpha_4\alpha_2\alpha_1\alpha_9\alpha_5$). При подсчете трехмерных фигур октаэдры как фигуры, состоящие из пирамид, не учитывались ввиду того, что квадратные сечения октаэдров участвуют в образовании других трехмерных фигур.

Подставим теперь значения количеств элементов различной размерности, входящие в адмантан, в формулу Эйлера для политопа P размерности n [10, 24]:

$$\sum_{j=0}^{n-1} (-1)^j f_j(P) = 1 + (-1)^{n-1},$$

где $f_j(P)$ – число граней политопа P размерности j .

В данном случае $f_0(P) = 10$, $f_1(P) = 30$, $f_2(P) = 45$, $f_3(P) = 25$. Элементов размерности больше 3 внутри адмантана нет. Подставляя полученные значения количеств граней различной размерности в формулу Эйлера при $n = 4$, получаем $10 - 30 + 45 - 25 = 0$, то есть формула Эйлера для адмантана выполняется при $n = 4$.

Это доказывает утверждение теоремы. Адмантан есть неправильный выпуклый политоп размерности 4. Из каждой его вершины исходят 6 лучей, как и в выпуклом правильном 4-кроссполитопе, состоящем из 16 правильных тетраэдров, расположенных на октаэдрической основе [4, 24]. Все двумерные грани адмантана одновременно являются гранями двух или более трехмерных фигур, что указывает на замкнутость адмантана как политопа. Существование внешней трехмерной границы адмантана, состоящей из двумерных граней, не противоречит, с учетом внутренней структуры, четырехмерности адмантана подобно тому, как уже упоминаемый 4-мерный 4-кроссполитоп можно рассматривать как фигуру, составленную из двух трехмерных шестиугольных пирамид, приложенных друг к другу по основаниям [4]. Лишь проведение внутри этой фигуры шести ребер, образующих два правильных треугольника, превращают эту фигуру в 4-мерный политоп, состоящий из 16 тетраэдров.

Типы соединений молекул адмантана

В силу установленных геометрических свойств молекул адмантана они могут контактировать друг с другом тремя способами: 1) по вершинам, расположенным в центрах граней куба; 2) по неправильным параллельным треугольникам; 3) по изломанным шестиугольным контурам, образованным правильным треугольником и окружающими его неправильными треугольниками, составляющими двугранные углы с правильным треугольником.

Рассмотрим первый способ соединения молекул адмантана.

Он приводит к стандартной трансляционной модели алмаза с кубической элементарной ячейкой. При этом координаты вершин адмантана вычисляются как целые числа. Действительно, если принять длину ребра элементарной ячейки, равную 4, то координаты x, y, z вершин адмантана в исходном положении (обозначим его индексом 0, то есть $\alpha_{i,0}(x_{i,0}, y_{i,0}, z_{i,0})$) на рис. 2 равны $\alpha_{1,0}(1, 1, 3)$, $\alpha_{2,0}(2, 2, 1)$, $\alpha_{3,0}(2, 0, 2)$, $\alpha_{4,0}(0, 2, 2)$, $\alpha_{5,0}(3, 3, 3)$, $\alpha_{6,0}(4, 2, 2)$, $\alpha_{7,0}(3, 1, 1)$, $\alpha_{8,0}(2, 2, 0)$, $\alpha_{9,0}(2, 4, 2)$, $\alpha_{10,0}(1, 3, 1)$. Тогда при трансляции куба на $k(k_x, k_y, k_z)$ шагов по направлениям x, y, z координаты вершин адмантана вычисляются соответственно:

$$\alpha_{i,k}(x_{i,k}, y_{i,k}, z_{i,k}) = \alpha_{i,0}(x_{i,0} + 4k_x, y_{i,0} + 4k_y, z_{i,0} + 4k_z),$$

где $i = 1, 2, \dots, 10$; k_x, k_y, k_z – целые числа (положительные и отрицательные).

Существенно, что для определения координат адмантана в целых числах не потребовалось использовать теорию чисел, как это было сделано в [18].

На множестве кубических ячеек с входящими в них молекулами адмантана можно установить, что и

в алмазе существует скейлинг, то есть образование геометрических фигур большого масштаба из тех же фигур меньшего масштаба. Впервые скейлинг был обнаружен при фазовых переходах второго рода [26], а также на решетке вершин гиперромбоэдра в квазикристаллах [4, 5]. На рис. 4 представлен результат получения октаэдра на основе 8 кубов, содержащих каждый в 8 раз меньший октаэдр. Это объясняет существование кристаллов алмаза макроскопических размеров с той же формой, что и микроскопическая элементарная ячейка алмаза. При этом увеличение масштаба происходит дискретным образом. Масштаб кристалла алмаза увеличивается в n^3 ($n = 1, 2, \dots$) раз.

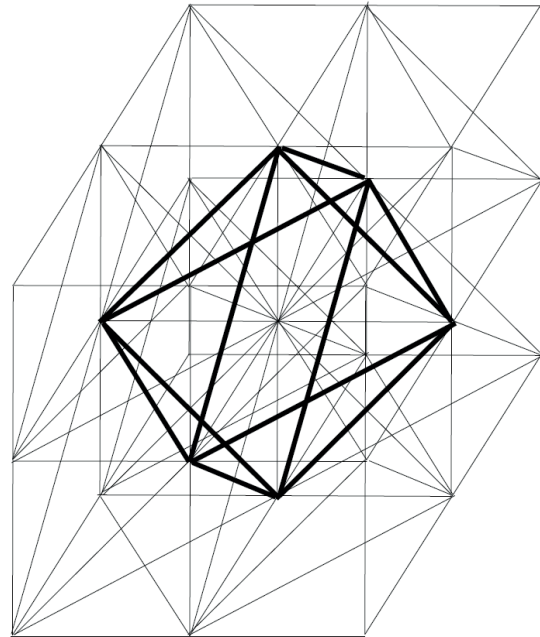


Рис. 4. Скейлинг в алмазе

Рассмотрим второй способ соединения молекул адмантана.

В силу установленной теоремой перпендикулярности плоскости неправильного треугольника квадратному сечению октаэдра, молекулы адмантана можно прикладывать друг к другу по неправильным треугольникам в двух взаимно перпендикулярных направлениях с образованием бесконечного слоя многогранников адмантана. Слой может ложиться на слой, контактируя по свободным вершинам октаэдров. При контакте двух многогранников адмантана по неправильным треугольникам между этими треугольниками образуется двугранный угол. Так как неправильные треугольники перпендикулярны квадратному сечению октаэдра, этот угол равен двугранному углу между неправильными треугольниками в самом многограннике адмантана. Поэтому в пространство между тремя многогранниками адмантана, контактирующими по неправильным треугольникам, может быть плотно вложен еще один многогранник адмантана. В окрестности этого заполнения образуются полости, плотно заполняемые тремя правильными тетраэдрами. Так образуется полностью заполненный многогранниками адмантана и тетраэдрами бесконечный слой с фундаментальной областью, состоящей из многогранника адмантана и приложенного к нему правильного те-

траэдра. Эти слои, плотно контактируя друг с другом, полностью заполняют пространство. Вид каждого слоя сверху представлен на рис. 5. Жирными линиями на рис. 5 обозначены валентные связи. Видно, что условие четырехвалентности атомов углерода во всех вершинах выполняется, так как четвертая валентная связь в атомах углерода направлена от слоя к слою, то есть по вертикали. Очевидно, что распределение атомов углерода, соответствующее рис. 5, описывается косоугольной системой координат. Плотность такого расположения атомов должна быть выше плотности алмаза с кубической фундаментальной областью.

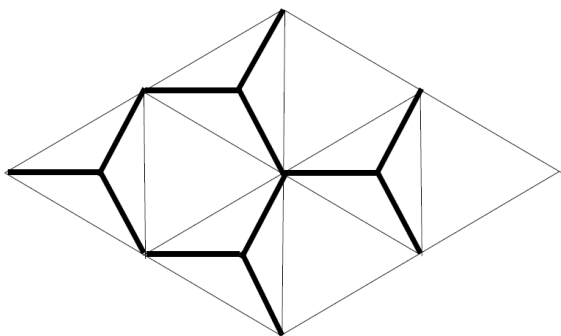


Рис. 5. Соединения адамантана в косоугольной решетке

Рассмотрим третий способ соединения молекул адамантана.

Многогранники адамантана могут контактировать друг с другом не только по вершинам и неправильным треугольникам, но и по шестиугольным изломанным пространственным контурам, ребра которого соответствуют валентным связям. Граница каждого адамантана состоит из 4 таких контуров. Соединяя два адамантана по такому контуру, получаем диамантан. Подсоединяя к ним еще один адамантан, обрезанный по такому контуру, получаем триамантан и так далее. На основании такого механизма образования можно получить общую формулу соединений, называемых

алмазоидами: C_nH_{n+6} , $n = 4i + 6$, $i = 1, 2, \dots$. Все алмазоиды, приведенные, например, в [19, 20], подчиняются этой формуле. Такие алмазоиды представляют собой оболочки из указанных шестиугольных контуров. Существенно, что эти оболочки могут соединяться с конструкциями из атомов углерода, полученными по второму способу. При этом образуются еще более сложные и многообразные соединения.

Заключение

Впервые поставлен вопрос о возможности существования локальных пространств высшей размерности (размерности больше 3) в природе. Это не противоречит современным представлениям физики о неразрывной связи пространства и материи, о пространстве как форме существования материи и о возможной в связи с этим неоднородности пространства. В предыдущих работах автора [4, 5] было установлено, что экспериментальные электронные дифрактограммы интерметаллидов (квазикристаллов) могут быть однозначно описаны в предположении высшей размерности пространства наномира интерметаллидов. В данной работе доказано, что размерность молекулы адамантана и его производных вследствие особого распределения материи (то есть атомов углерода) равна 4. Так как структура адамантана лежит в основе структуры алмаза и многих лекарственных средств, можно предположить, что физические и лечебные свойства адамантана и его производных связаны с его высшей размерностью. Рассмотрены способы соединения молекул адамантана, следующие из доказанных геометрических свойств адамантана. Показано, что локальные области высшей размерности могут соединяться друг с другом, образуя нанослои, и могут быть разделены пространством с размерностью 3. В дальнейшем предстоит доказать или опровергнуть существование высших размерностей у других химических соединений, широко распространенных в природе, таких как соединения включения (клатраты) и разнообразные кристаллические формы, прорастающих друг через друга.

Литература

1. Атвуд У., Майкейлсон П., Ритц С. Окно в экстремальную вселенную // В мире науки. – 2008. – № 3. – С. 16–21.
2. Берджесс К., Кеведо Ф. Большое космическое путешествие по «американским горкам» // В мире науки. – 2008. – № 3. – С. 22–31.
3. Грин Б. Элегантная вселенная. Суперструны, скрытые размерности и поиски окончательной теории. – М.: Либроком, 2011. – 288 с.
4. Жижин Г.В. Мир 4D. – СПб.: Политехника-сервис, 2014. – 243 с.
5. Жижин Г.В. Несоразмерные и флуктуирующие структуры в пространстве земной реальности // Биосфера. – 2014. – Т. 6. – С. 211–221.
6. Евклид. Начала. – М.: URSS, 2012. – 744 с.
7. Ландау Л.Д. К теории фазовых переходов I // Журн. exper. теор. физ. – 1937. – Т. 7. – С. 19–38.
8. Лобачевский Н.И. Геометрические изыскания о теории параллельных линий. – М.: Изд-во АН СССР, 1945. – 177 с.
9. Математическая энциклопедия. Т. 4. – М.: Сов. Энциклопедия, 1984. – 367 с.
10. Пуанкаре А. Analysis Situs // Избранные труды. Т. 2. – М.: Наука, 1972. – С. 457–548.
11. Пуанкаре А. О науке. – М.: Наука, 1985. – 540 с.
12. Риман Б. Сочинения. – М.: ОГИЗ, 1948. – 543 с.
13. Цвибах Б. Начальный курс теории струн. – М.: URSS, 2011. – 784 с.
14. Шафрановский И.И. Алмазы. – М.; Л.: Наука, 1964. – 174 с.
15. Шевченко В.Я., Жижин Г.В., Маккей А.Л. О структуре квазикристаллов в пространстве

высшей размерности // Известия РАН. Серия химическая. – 2013. – № 2. – С. 269–274.

16. *Эйнштейн А.* Проблема пространства, поля и эфира в физике // Собрание научных трудов. Т. 2. – М.: Наука, 1966. – С. 283–286.

17. *Adams G.K., O'Keeffe M.* Wide-band-gap Si in open fourfold-coordinated clathrate structures // Phys. Rev. B. – 1994. – Vol. 49. – P. 8048–8053.

18. *Balaban A.T.* Diamond hydrocarbons and related structures // Diamonds and Related Nanostructures. – Springer, 2013. – P. 1–28.

19. *Bauschlicher C.W., Liu Y., Ricca A., Mattioli A.L., Allamandola L.J.* Electronic and vibrational spectroscopy of diamondoids and the interstellar infrared bands between 3.35 and 3.55 μm // Astrophys. J. – 2007. – Vol. 671. – P. 458–469.

20. *Dahl J.E., Liu S.G., Carlson R. M. K.* Isolation and structures of higher Diamondoids, nanometer-sized diamond molecules // Science. – 2003. – Vol. 299. – P. 96–99.

21. *Nagy C.L., Diudea M.V.* Diamond D_5 // Diamonds and related nanostructures. – Springer, 2013. – P. 91–106.

22. *Fischer J., Baumgartner J., Marschner C.* Synthesis and structure of silica-adamantane // Science. – 2005. – Vol. 310. – P. 825–830.

23. *Fisher M.E., Pfeuty P.* Critical behavior of the anisotropic n-vector model // Phys. Rev. B. – 1972. – Vol. 6. – P. 1889–1891.

24. *Grunbaum B.* Convex Polytopes. – L.: Springer, 1967. – 450 p.

25. *Janssen T., Chapuis G., De Boissieu M.* Aperiodic Crystals. From Modulated Phases to Quasicrystals. – Oxford: Oxford University Press, 2007. – 466 p.

26. *Kadanoff L.P.* Scaling laws for Ising models near T_c // Physics. – 1966. – Vol. 2. – P. 263–272.

27. *Landa S., Machacek V.* Sur l'adamantane, nouvel hydrocarbure extrait du naphte // Collection Czech. Common. – 1933. – Vol. 5. – P. 1–5.

28. *Shevchenko V.Ya., Zhizhin G.V., Mackay A.* On the structure of the quasicrystals in the high dimension space // Diamonds and related nanostructures. – Springer, 2013. – P. 311–320.

29. *Wilson R.G.* Renormalization group and critical phenomena. I. Renormalization group and the Kadanoff scaling picture // Phys. Rev. B. – 1971. – Vol. 4. – P. 3174–3183.

30. *Wilson R.G.* Renormalization group and critical phenomena. II. Phase-space cell analysis of critical behavior // Phys. Rev. B. – 1971. – Vol. 4. – P. 3184–3205.

