

<https://doi.org/10.26160/2572-4347-2022-16-47-54>

ГЕКСАГОНАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА МИРА И СОТОВАЯ ГИПОТЕЗА

Клеванский Н.Н.

*Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова,
Саратов, Россия*

Ключевые слова: гексагональное свойство, сотовая конструкция, сотовая гипотеза.

Аннотация. В статье представлены примеры проявления гексагональных свойств в окружающем мире, науке, технике, живописи. Выделен основной признак гексагональных свойств – сотовая конструкция. На основе анализа сотовых конструкций регулярной упаковки подобно ориентированных геометрических объектов предложено расширение формулировки сотовой гипотезы.

HEXAGONAL PROPERTIES OF THE UNIVERSE AND HONEYCOMB CONJECTURE

Klevanskiy N.N.

Saratov State Agrarian university named after N.I. Vavilov, Saratov, Russia

Keywords: hexagonal property, honeycomb construction, honeycomb conjecture.

Abstract. The article presents examples of the manifestation of hexagonal properties in the surrounding world, science, technology, painting. The main sign of hexagonal properties – a honeycomb construction is marked out. Based on the analysis of honeycomb constructions of regular packing of congruent oriented geometric objects, an extension of the formulation of the honeycomb conjecture is proposed.

13 августа 2021 г. новостной портал Planet Today опубликовал взятый из открытых источников снимок камеры HiRISE, установленной на борту орбитального зонда Mars Reconnaissance Orbiter. Снимок (рис. 1) показал наличие на поверхности Марса многоугольных образований, напоминающих структуру пчелиных сот.



Рис. 1. Многоугольные структуры поверхности Марса

Происхождением этих образований будут заниматься соответствующие исследователи, а с нашей точки зрения, снимок любопытен тем, что

подтверждает наше предположение о гексагональных свойствах окружающего мира. Для примера на рисунке 2 представлена структура клеток эндотелия роговицы нашего глаза. Схожесть структур на рисунках 1 и 2 очевидна.

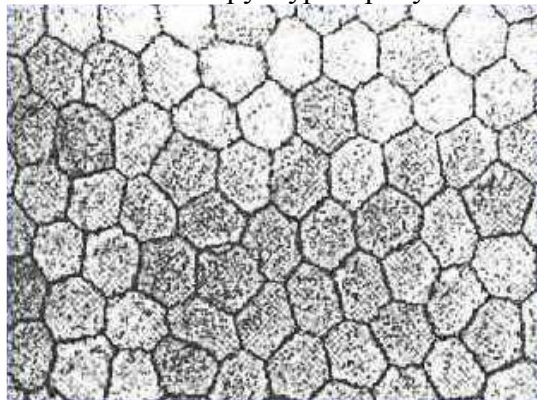


Рис. 2. Клетки эндотелия роговицы глаза человека [из открытых источников]

Ещё одно космическое проявление гексагональности связано с гексагоном Сатурна. Согласно Википедия, «гигантский шестиугольник, не имеющий на сегодняшний день строгого научного объяснения, атмосферный феномен на планете Сатурн, представляет собой геометрически правильный шестиугольник с поперечником в 25 тысяч километров, находящийся на северном полюсе Сатурна. По всей видимости, шестиугольник является вихрем. Прямые «стены» вихря уходят вглубь атмосферы на расстояние до 100 километров. Впервые эта структура была замечена на ряде снимков, переданных аппаратами Вояджер-1 и Вояджер-2. Поскольку объект ни разу не попал в кадр полностью из-за низкого качества снимков, сколько-нибудь серьёзного изучения шестиугольника не последовало. Интерес к гигантскому шестиугольнику появился после передачи его снимков аппаратом Кассини (рис. 3). Тот факт, что объект снова замечен после миссии Вояджеров, проходившей более четверти века назад, говорит о том, что шестиугольник представляет собой довольно устойчивое атмосферное образование».

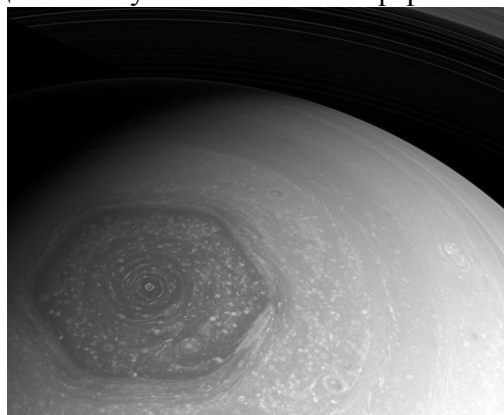


Рис. 3. Загадочный шестиугольник на северном полюсе Сатурна (NASA / JPL/ Space Science Institute)

С гексагональностью мира человечество столкнулось на примере пчелиных сот.

Математическая структура сот была впервые сформулирована задолго до новой эры и позже была названа сотовой гипотезой (honeycomb conjecture). В гипотезе утверждается, что «любое разбиение плоскости на области равной площади имеет периметр, по крайней мере, равный периметру правильной шестиугольной мозаичной плитки». Гипотеза была окончательно доказана спустя более чем 20 веков английским математиком Томасом К. Хейлсом [1].

Гексагональность нашего мира имеет много проявлений, как в живой, так и в неживой природе. Например, тропа гигантов в Северной Ирландии (рис. 4), сформированная верхушками базальтовых колонн (рис. 5).



Рис. 4. Тропа гигантов в Северной Ирландии (вид сверху)



Рис. 5. Базальтовые колонны тропы гигантов

Выходы базальтовых колонн на земную поверхность известны во многих местах – Фингалова пещера в Шотландии, Девилс Тауэр в США, ущелье Гарни в Армении, мыс Столбчатый на российском острове Кунашир. Колонны в большинстве случаев имеют шестигранную форму и плотно прилегают друг к другу. Эрозия колонн во многих случаях приводит к отслаиванию от них шестиугольных плиток.

Идеи гексагональности широко используются в науке, технике и искусстве. В 1933г. немецкий географ Вальтер Кристаллер (1893-1960) предложил теорию центральных мест – идеальную схему размещения городов (рис. 6).

В 1940 г. другой немецкий географ Август Лёш (1906 – 1945) развил теорию центральных мест до теории экономического ландшафта, в которой доказал необходимость гексагонального размещения фирм-производителей. Позже идеи В. Кристаллера и А. Лёша легли в основу современной мобильной связи, называвшейся поначалу сотовой связью.

Активная зона реактора АЭС предназначена для генерации тепла и передачи его с поверхности тепловыделяющих элементов (ТВЭЛОВ) теплоносителю первого контура. Дистанционирование ТВЭЛОВ в активной зоне реактора осуществляется решетками «сотового» (ячеистого) типа. Это позволяет сформировать следующий образ активной зоны одного из типов реакторов (рис. 7).

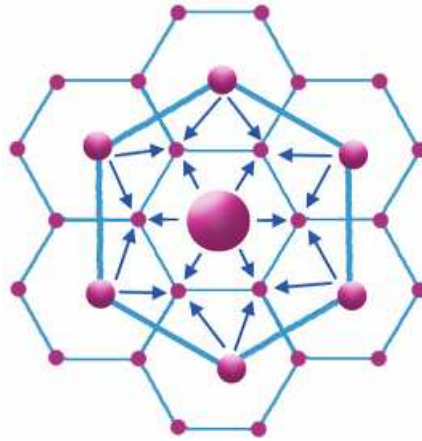


Рис. 6. Идеальная схема размещения городов

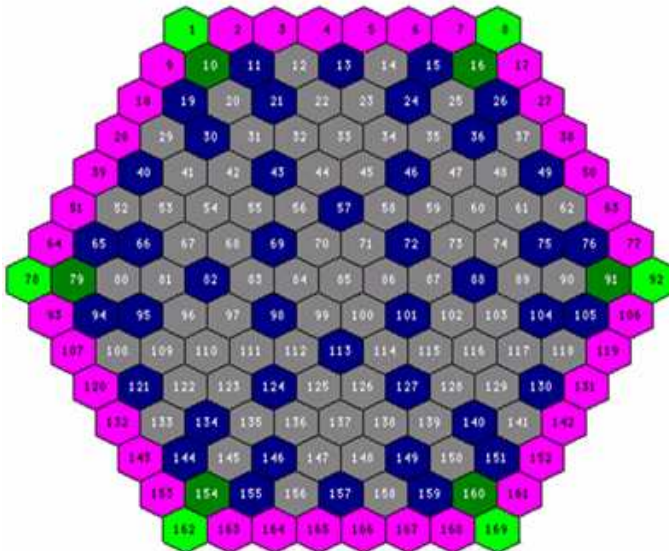


Рис. 7. Образ активной зоны энергоблока с реактором ВВЭР-1000

Следующие два примера проявления гексагональности (рис. 8 и 9) можно встретить в живой природе.



Рис. 8. Гексагональная структура кожуры монстеры.

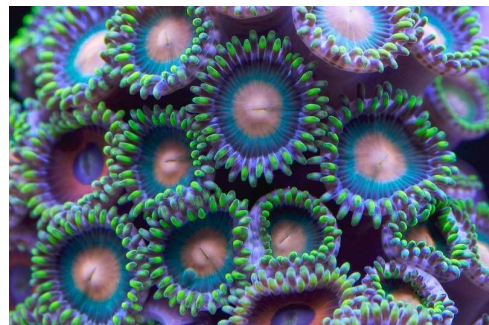


Рис. 9. Гексагональное размещение полипов в колонии кораллов

Нидерландский художник Мауриц Корнелис Эшер (1898-1972) часто использовал гексагональные сюжеты в своих орнаментальных гравюрах (рис. 10).

Знакомое с детства размещение одинаковых окружностей (рис. 11) является иллюстрацией основного признака гексагональности – сотовой конструкции (honeycomb construction).



Рис. 10. Гексагональность по М.К. Эшеру



Рис. 11. Сотовая конструкция одинаковых окружностей

В сотовой конструкции шесть объектов размещаются вокруг центрального объекта, касаясь друг друга. Оказывается, свойством образования сотовых конструкций обладают не только окружности одного диаметра, но и произвольные геометрические объекты (ГО), имеющие одинаковую ориентацию на плоскости (рис. 12) и образующие плотную упаковку этих ГО [2, 3].

Примем произвольную точку внутри ГО в качестве полюса. Регулярная упаковка имеет три направления размещения ГО (рис. 13), со своими векторами трансляции между полюсами двух касающихся ГО в данном направлении.

Объединение прямыми линиями полюсов ГО сотовой конструкции регулярной упаковки подобно ориентированных ГО разделяет центральный ГО на шесть фрагментов, каждый из которых дублируется дважды фрагментами, отсекаемыми от шести внешних ГО (рис. 14, а).

Шестиугольник полюсов (рис. 14, б) является центрально-симметричным и аффинно-правильным [4], плотно покрывающим плоскость. Это позволяет расширить формулировку сотовой гипотезы заменой слова «правильной» на слова «аффинно-правильной» [5].

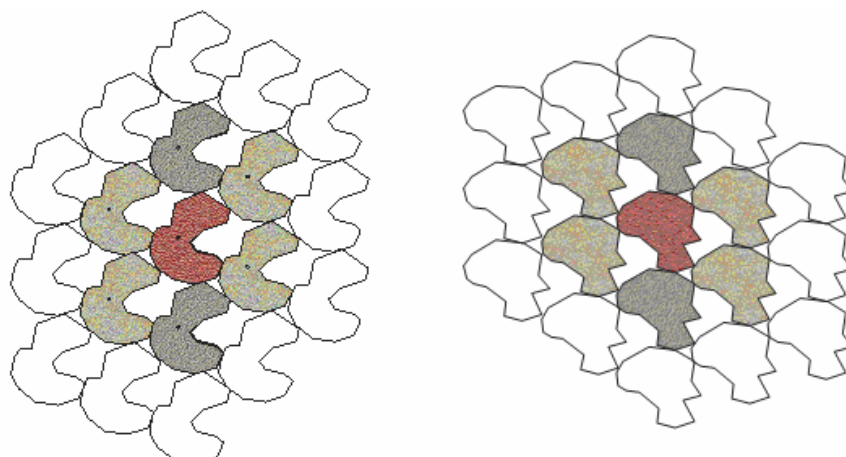


Рис. 12. Регулярная упаковка произвольных ГО

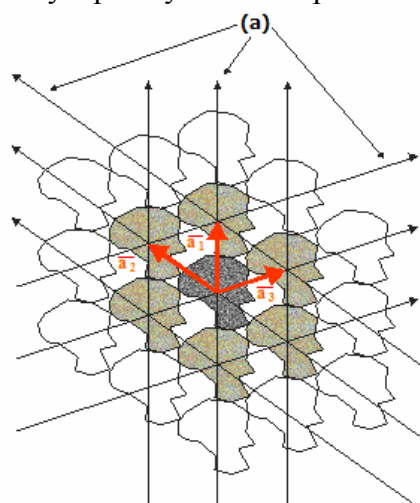


Рис. 13. Регулярная упаковка одинаковых ГО [3]: (а) – направления упаковки;
 $\vec{a}_1, \vec{a}_2, \vec{a}_3$ – векторы трансляции

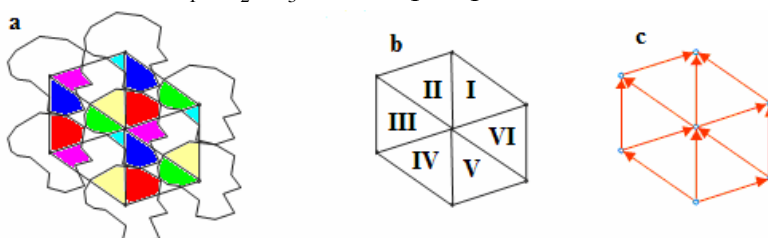


Рис.14. Сотовая конструкция регулярной упаковки подобно ориентированных ГО: а – объединение полюсов с фрагментацией объектов; б – шестиугольник полюсов; с – шестиугольник векторов трансляции [3]

Сотовые конструкции присутствуют также в регулярной упаковке конгруэнтных без деформирования ГО (рис. 15) [2,3].

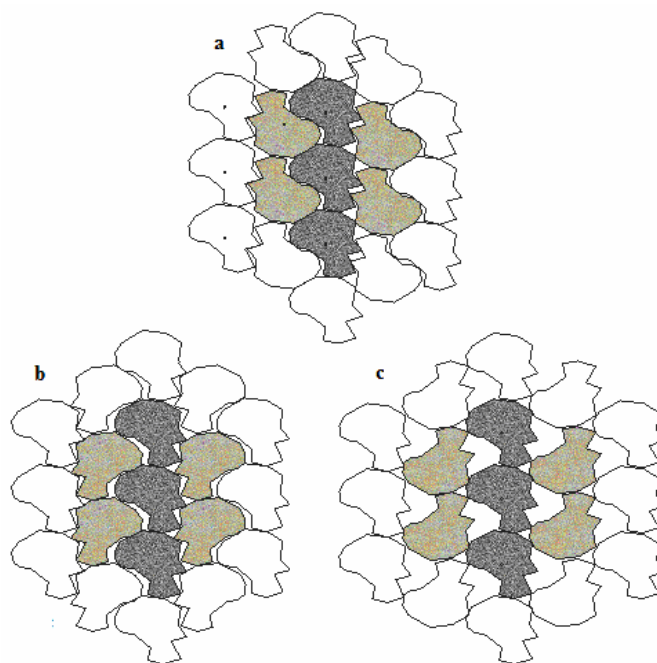


Рис. 15. Регулярная упаковка конгруэнтных ГО: а – конгруэнтность поворота на 180^0 ; б – конгруэнтность зеркальной симметрии; с – конгруэнтность зеркальной симметрии и поворота на 180^0 [3]

Автор полагает, что:

- 1) в окружающем мире существует много проявлений гексагональности;
- 2) концепции гексагональности присутствуют и реализуются в науке, технике, искусстве;
- 3) расширена сотовая гипотеза.

Список литературы

1. Hales T.C. The honeycomb conjecture // *Discret. Comput. Geom.* 2001, no. 25, pp. 1-22.
2. Клеванский Н.Н. Регулярное размещение произвольных фигур на плоскости: когнитивная визуализация // *Journal of Advanced Research in Technical Science.* 2017. № 7-2. С. 30-33.
3. Klevanskiy N.N., Tkachev S.I., Voloshchouk L.A., Mavzovin V.S. Cognitive approach to the analysis of regular packing of congruent objects on plane // *Procedia Computer Science.* 2021. No. 186. P.250-256.
4. Тот Л.Ф. Расположения на плоскости, на сфере и в пространстве. – М.: Физматгиз, 1958. – 364 с.
5. Klevanskiy N.N., Tkachev S.I., Voloshchuk L.A., Nourgaziev R.B., Mavzovin V.S. Regular Two-Dimensional Packing of Congruent Objects: Cognitive Analysis of Honeycomb Constructions // *Appl. Sci.* 2021, no. 11, p.5128. doi.org/10.3390/app11115128.

References

1. Hales T.C. The honeycomb conjecture // Discret. Comput. Geom. 2001, no. 25, pp. 1-22.
2. Klevanskiy, N.N. Regular plane arrangement of arbitrary figures: cognitive visualization // Journal of Advanced Research in Technical Science. 2017. No. 7-2. P. 30-33.
3. N Klevanskiy N.N., Tkachev S.I., Voloshchouk L.A., Mavzovin V.S. Cognitive approach to the analysis of regular packing of congruent objects on plane // Procedia Computer Science. 2021. No. 186. P.250-256.
4. Toth L.F. Lagerungen in der Ebene, auf der Kugel und im Raum, Berlin, Gottingen, Heidelberg, Springer-Verlag, 1953.
5. Klevanskiy N.N., Tkachev S.I., Voloshchuk L.A., Nourgaziev R.B., Mavzovin V.S. Regular Two-Dimensional Packing of Congruent Objects: Cognitive Analysis of Honeycomb Constructions // Appl. Sci. 2021, no. 11, p.5128. doi.org/10.3390/app11115128

Клеванский Николай Николаевич – кандидат технических наук, доцент, профессор кафедры экономической кибернетики	Klevanskiy Nikolay Nikolaevich – candidate of technical sciences, associated professor, professor of Department of economic cybernetics
---	--

nklevansky@yandex.ru

Received 06.05.2022