

Дополнительные материалы к статье
«Как мы собирали абажур, или приключения триаконтаэдра»
Квантик 2019, № 7, 8, 9

Ссылки

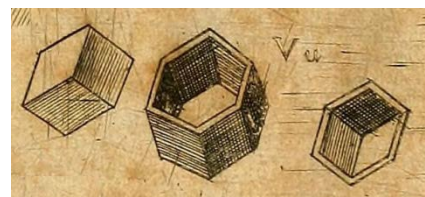
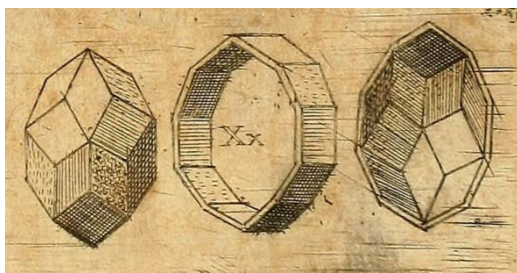
- [Сайт компании IQlight](#)
- [Сборка разных многогранников из кусочков ватмана и резиновых колечек](#)
- [Ромбический додекаэдр и пчелиные соты](#)
- [Ромбический додекаэдр заполняет пространство](#)
- Как 12 триаконтаэдров укладываются вокруг гексаконтаэдра
<https://3dwarehouse.sketchup.com/model/5147b3d9-7fdc-4a99-9dcf-2cf02b502a19/Rhombic-Hexacontahedron-and-Rhombic-Triacontahedra-clusters-combined-to-form-Quasicrystal>

Тексты

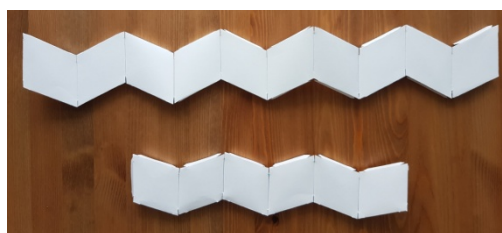
- Кеплер, *О шестиугольных снежинках*, 1982
книга содержит четыре эссе Кеплера
- И.И. Шафрановский, *Евграф Степанович Федоров*, 1963
биография Федорова
- Д. Гильберт, С. Кон-Фоссен, *Наглядная геометрия*, 1981
глава 2 – о математической кристаллографии, в том числе, об отсутствии осей пятого, седьмого и больших порядков
- М. Гарднер, *От мозаик Пенроуза к надежным шифрам*, 1993 с. 9–46
- В.Е. Корепин, [Узоры Пенроуза и квазикристаллы](#), Квант 1987, № 6
- David Austin, [Penrose Tiles Talk Across Miles](#), [Penrose Tilings Tied up in Ribbons](#), 2005
хорошие тексты для практической работы с мозаиками Пенроуза
- [Популярный текст нобелевского комитета об открытии Шехтмана](#), 2011 (англ)
обратите внимание на страницу 5, где каждый за своей работой изображены Роджер Пенроуз, Алан Маккей и Дан Шехтман
- Balazs Hargittai, Istvan Hargittai, *Candid Science V: Conversations with Famous Scientists*, 2005
интервью с 36 известными учеными, среди которых Джон Конвей, Роджер Пенроуз, Алан Маккей и Дан Шехтман
- Marjorie Senechal, *The Mysterious Mr. Ammann*, The Mathematical Intelligencer, 2004, № 26 (4) p. 10–21
необычная история одного из исследователей аperiodических мозаик Роберта Амманна
- Стивен Вольфрам, [История Шипастика](#), 2018
забавный рассказ о гексаконтаэдре – логотипе системы [Wolfram|Alpha](#)

Ошибки двух художников-иллюстраторов

- Вот два рисунка из кеплеровского *Harmonices Mundi*, которые сыграли важную роль в нашем изложении.



Здесь изображена сборка триаконтаэдра и сборка ромбического додекаэдра. Так вот, и на том и на другом рисунке расположенные посередине зоны, изображены неверно. Если их разрезать по какому-либо из ребер, то получатся *прямоугольные* полоски. Хотя на самом деле развертками зон являются *зубчатые* полоски, состоящие из ромбов, как это видно на следующем рисунке.

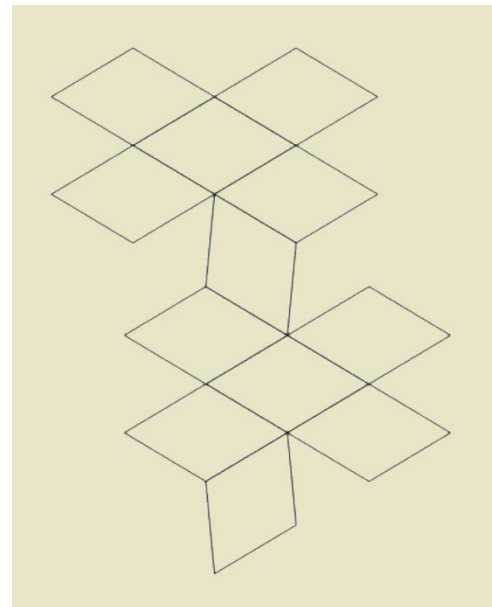
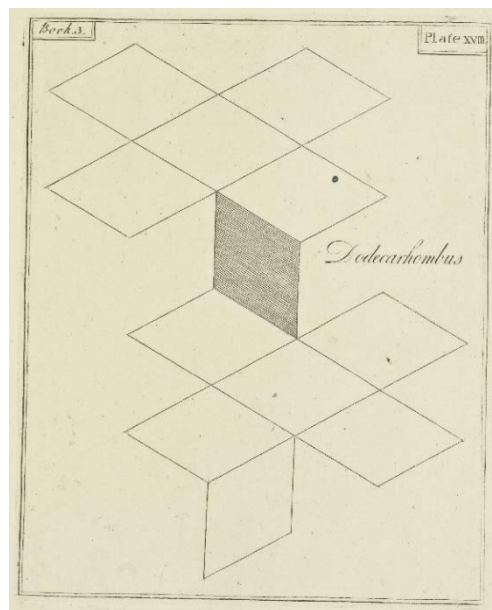


- Ещё одна история связана Джоном Лоджем Коулом (1719–1792), английским картографом, геологом и математиком. Вот одна из его замечательных карт – карта России.



Коули был профессором математики в военной академии, преподавал геометрию в школе рисования и написал несколько учебников. Для нас важна его книга *An Appendix to Euclid's Elements* (1758), где впервые встречается ромбический додекаэдр, гранями которого являются *золотые* ромбы и который теперь часто называют додекаэдром Билински. Книга содержит некоторые геометрические вычисления, проведенные с большой точностью – до шестого или седьмого знака после запятой. В ней также много разверток многогранников и других пространственных тел, которые можно вырезать и склеить.

Нас больше всего интересует следующая иллюстрация из книги, приведенная на рисунке слева.



Надпись на самом рисунке – *Dodecarhombus* – говорит, что это развертка ромбического додекаэдра. На самом деле она только чуть-чуть отличается от настоящей, правильной развертки, изображенной справа и состоящей из *золотых* ромбов. И различие состоит в том, что тупые углы золотых ромбов равны $116,4^\circ$, а ромбы из книги Коули имеют углы в 120° .

Именно на это обстоятельство ссылается Бранко Грюнбаум в своей статье *The Bilinski dodecahedron, and assorted parallelohedra, zonohedra, monohedra, isozonohedra and otherhedra*, отдавая приоритет в открытии этого ромбического додекаэдра Станко Билински. Грюнбаум подчеркивает, что в многограннике три грани с углами по 120° не могут сходиться в одной вершине и, следовательно, развертка Коули, на самом деле, не является разверткой никакого многогранника.

В то же время, учитывая высокую квалификацию Коули, мы, как и многие другие, считаем, что рисунок из его книги – это всего лишь ошибка художника-иллюстратора.

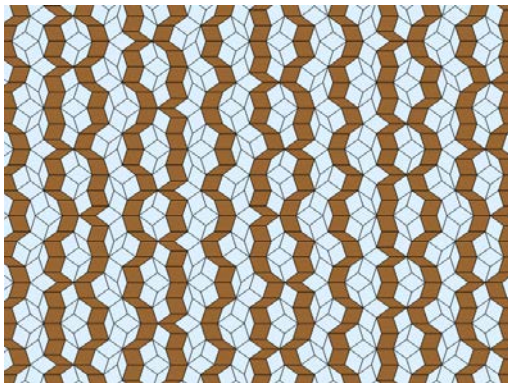
В дополнение ко всему сказанному мы все-таки решили собрать ромбический додекаэдр из ромбов с углами 120° . И, как ни странно, нам это удалось. Вот они рядом – додекаэдр из ромбов с углами 120° и додекаэдр из золотых ромбов. Посмотрите, они практически не отличаются. Только у первого из них грани оказались чуть искривленными.



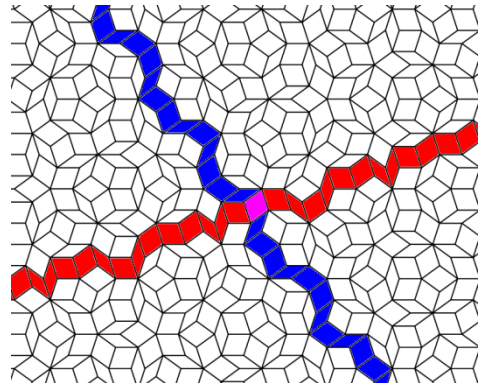
Взаимное расположение зон в мозаиках Пенроуза

Зона в мозаике Пенроуза представляет собой бесконечную цепочку ромбов, в которой каждый ромб имеет с двумя соседними по общей стороне и эти стороны параллельны.

Представим на минуту, что ромбы – это точки, а зоны – прямые, состоящие из этих точек. Будем говорить, что зоны пересекаются, если у них есть общие ромбы. И будем говорить, что зоны параллельны, если у них нет общих ромбов. Тогда, как у обычных прямых, две зоны либо пересекаются ровно по одной точке-ромбу, либо параллельны. Кроме того, две зоны, параллельные третьей, параллельны между собой. Вот две картинки, иллюстрирующие эти свойства.



Система параллельных зон



Пересекающиеся зоны