

УДК 621.382

Проблема заполнения пространства геометрическими телами

*Ларкина Д.А., студент
кафедра «Подъемно-транспортные системы»,
Россия, 105005, г. Москва, МГТУ им. Н.Э. Баумана*

*Парамонов Н.А., учащийся МОУ лицей №17
Россия, 141407, Московская область, г. Химки*

*Научный руководитель: Юренкова Л. Р., к.т.н., доцент
Россия, 105005, г. Москва, МГТУ им. Н.Э. Баумана
moskalenko@bmstu.ru*

Плотностью упаковки называется отношение суммарного объема фигур к исходному объему. Проблема упаковки шарами замкнутого объема известна в математике как гипотеза Кеплера. Эта упаковка является менее плотной. Доказательство выполнено в 1998 году при помощи компьютера.

Основной принцип рационального складирования - эффективное использование объема зоны хранения. Предпосылкой этого является оптимальный выбор системы складирования и геометрической формы тары. При этом необходимо оставлять пространство для обслуживания склада. Далее рассматривается решение двух основных вопросов:

- 1 - определение оптимальной формы упаковки продукции;
- 2 - выбор для этой продукции оптимального построения пространства – помещения (склада).

Многогранниками можно заполнить пространство так, чтобы любые два многогранника либо имели общую грань, либо общее ребро, либо общую вершину, либо не имели общих точек. Заполнение пространства многогранниками называется пространственным паркетом или упаковкой.

Еще Аристотель в своем трактате «О небе» утверждал, что правильные тетраэдры полностью заполняют пространство. Правда, Аристотель не приводит доказательство. В действительности из всех пяти платоновых тел свойством заполнять пространство обладает лишь куб. С использованием компьютерного моделирования удалось построить наиболее плотную упаковку тетраэдров в замкнутом трехмерном объеме. Кроме этого ученым удалось доказать, что плотная упаковка тетраэдров обладает тем <http://sntbul.bmstu.ru/doc/583025.html>

свойством, что грани многогранников соприкасаются. Для других правильных фигур это не так. Ученым удалось выяснить, что причина этой особенности заключается в отсутствии у тетраэдра центральной симметрии.

Исследования, проведенные двумя группами современных математиков, показали примерны одинаковые результаты. Первая группа ученых экспериментально доказала, что тетраэдры при случайной укладке заполняют примерно 76% пространства. В то время как при заполнении шарами результат составлял примерно 64%, эллипсоидами заполнялось не более 74% пространства [4].

В работе, проведенной другой группой ученых, было показано, что один из вариантов упорядоченной упаковки тетраэдрами может обеспечить заполнение 82% пространства. Самые «плотные» варианты позволяют увеличить этот параметр до 85%. Однако, есть работы, указывающие, что случайно организованные тетраэдры могут дать еще более впечатляющие результаты. Полученные результаты исследований пространственной организации тетраэдров могут иметь важное практическое значение [4].

Современный американский архитектор Р. Фуллер утверждает, что наиболее простой и устойчивой геометрической конфигурацией является тетраэдр, сформированный из четырех сфер, прижатых друг к другу. Он даже назвал созданную теорию синергетической геометрией или просто *синергетикой* [1].

Упаковки в форме тетраэдров могут иметь важное практическое значение. Из-за своей формы тетраэдры крепче «сцепляются» между собой по сравнению, например, со сферами) позволит создавать новые разновидности керамики. Сейчас она формируется из частичек, которые условно можно назвать сферическими. Изготовление керамических изделий из тетраэдрических фрагментов должно обеспечить их повышенную прочность.

Авторы статьи провели эксперименты по случайному заполнению емкости, имеющей форму куба следующими геометрическими телами: правильными тетраэдрами и шарами, которые имели одинаковый объем и вес. После встряхивания подсчитывался суммарный объем этих тел. Многократно проведенные опыты показали, что тетраэдры более плотно заполняют емкость, чем шары. Однако ученые до сих пор считают, что не существует фундаментальных законов, согласно которым случайная упаковка должна быть более плотной, чем упорядоченная.

Каждая упаковка, как и любой трехмерный объект, имеет свою оригинальную форму и посредством нее влияет на человека и окружающее его пространство. Если раньше форму упаковки рассматривали в связи с ее удобством в процессе использования продукта, логистикой, восприятием потребителем, то психологи заинтересовались в последние годы ее влиянием на человека.

Тетраэдр или треугольная пирамида – геометрическая фигура, обладающая интересными свойствами, которые взяли на вооружение конструкторы и архитекторы.

Существует несколько разновидностей тетраэдров: равногранные, каркасные, ортоцентрические и другие. Особое место занимает правильный тетраэдр. Для проведения экспериментов было изготовлено несколько тетраэдров из плотной бумаги так, как показано на рис 1. Сначала из прямоугольного листа плотной бумаги, склеивалась трубка, затем заклеивался верхний край и перпендикулярно ему нижний край. Такую форму можно было увидеть 20-30 лет назад в качестве упаковки для молока, которая очень компактно укладывалась в тару. Если длина окружности поперечного сечения трубки составляет 4 единицы, а ее высота - $\sqrt{3}$ единиц, то тетраэдр будет правильным.

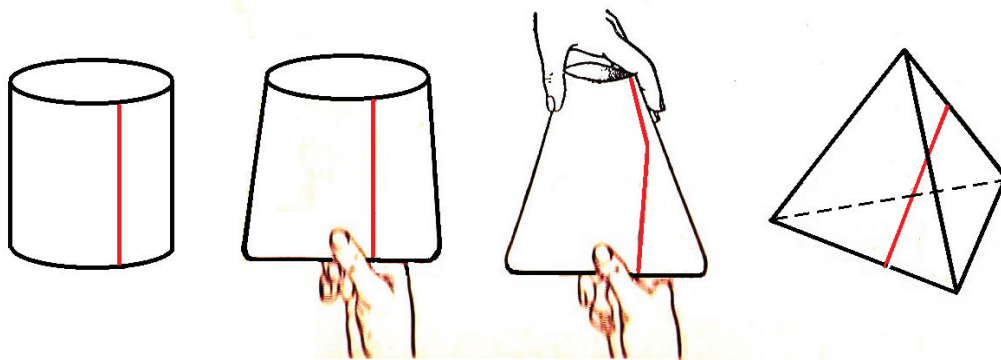


Рис. 1. Изготовление макета тетраэдра из прямоугольного листа плотной бумаги

Головоломку американского математика С. Коффина «Тетраэдр из кубиков» [3] авторы статьи изготовили из плотной бумаги. Кубики склеены между собой в три различные детали. Смысл головоломки заключается в том, чтобы соединить эти три детали в тетраэдр. Первый этап изготовления деталей головоломки заключался в том, чтобы начертать вид слева по двум данным видам спереди и сверху [2]. Затем подготовленные кубики следовало склеить в три фигуры по чертежам (рис.2) и соединить их так, чтобы получилась фигура тетраэдр (рис.3). Эта задача-головоломка будет очень полезной на уроках черчения в средней школе.

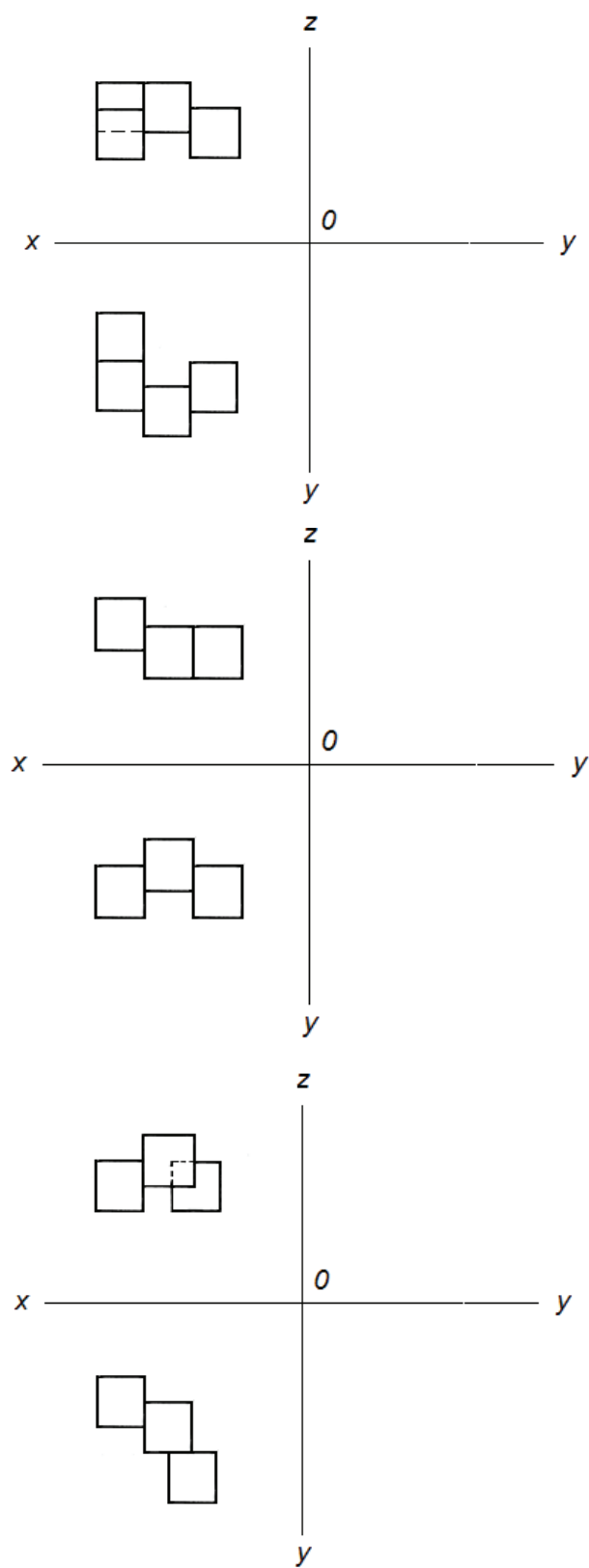


Рис. 2. Чертежи элементов головоломки

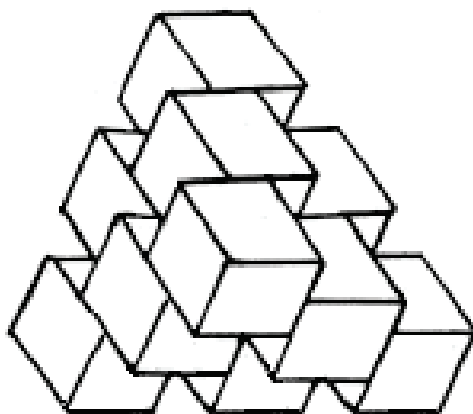


Рис. 3. Готовая головоломка

Список литературы

1. Гарднер М. Математические новеллы. Пер с англ. -М.: изд. «МИР»,1974. 456 с.
2. Бурлай В.В., Юренкова Л.Р. Учись чертить или первый шаг в машиностроительное черчение: Учебное пособие. –М.: изд. МГОУ, 2008. -188с.
3. Квант – ежемесячный научно-популярный журнал Академии наук и Академии педагогических наук РФ. - № 10 1992 гг.
4. В мире Новости науки. Matematika Математическая модель. Наука, пространство. Источник lenta.ru. Статья из журнала Physical Review Letters.