

# 07, июль 2017

УДК 514.113

### Многомерные образы в науке и искусстве

*Левицкий М.-Г. В., студент  
Россия, 105005, г. Москва, МГТУ им. Н.Э. Баумана,  
кафедра «Аэрокосмические системы»*

*Крюкова А.С., учащаяся  
Россия, 129110, г. Москва, ГБОУ школа №2107*

*Шифрин Н.Д., учащийся  
Россия, 141400, МО, г. Химки, лицей №17*

*Научный руководитель: Юренкова Л.Р., к.т.н., доцент  
Россия, 105005, г. Москва, МГТУ им. Н.Э. Баумана,  
кафедра «Инженерная графика»  
[bauman@bmstu.ru](mailto:bauman@bmstu.ru)*

Исследование пространства, имеющего четыре измерения, началось в конце XX века. Для указания положения точки в этом пространстве необходимо задать четыре координаты, то есть кроме трех взаимно перпендикулярных координатных осей требуется дополнительная ось координат, ортогональная к трем остальным. Вследствие этого четырехмерная геометрия существенно отличается от геометрии трехмерного пространства [1]. Первым исследователем в этой области считается английский математик Чарльз Говард Хинтон (1880-1907) – автор нескольких научно-фантастических романов. Многомерные фигуры невозможно изобразить в трёхмерном пространстве из-за отсутствия дополнительной размерности. Для того, чтобы представить четырехмерные фигуры используют следующие способы визуализации этих фигур в трехмерном пространстве:

- выполнение сечений четырехмерных фигур, которые представляют собой трехмерные изображения;
- построение центральных, параллельных и стереографических проекций разверток фигур, имеющих четыре измерения, на трехмерное пространство. Этот способ является наиболее наглядным для визуализации четырехмерных фигур.

На рис. 1 представлены макеты проекций разверток трех четырехмерных фигур, которые являются аналогами трехмерных фигур: тетраэдра, куба и октаэдра, выполненные

на 3D - принтере. Четырехмерный куб носит название тессеракт, которое ввел в 1888 году ввел в математик Ч.Г. Хинтон [2].



Рис. 1. Проекция разверток четырехмерных фигур в трехмерном пространстве: слева направо: аналога тетраэдра, гиперкуба и аналога октаэдра

Построение электронных моделей разверток выполнено в среде программы Inventor компании Autodesk [3]. Приведем последовательность создания проекции развертки четырехмерного симплекса - аналога правильного трехмерного тетраэдра. На рис.2 приведена 3D-модель правильного тетраэдра. С помощью инструмента «рабочая плоскость» к этому тетраэдру добавлен такой же тетраэдр (рис. 3).

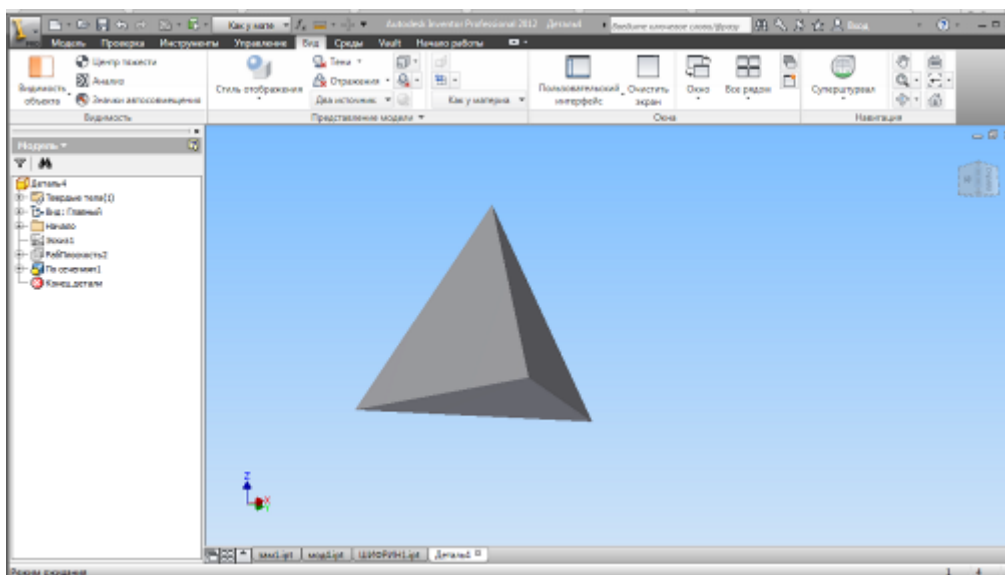


Рис.2. Правильный тетраэдр

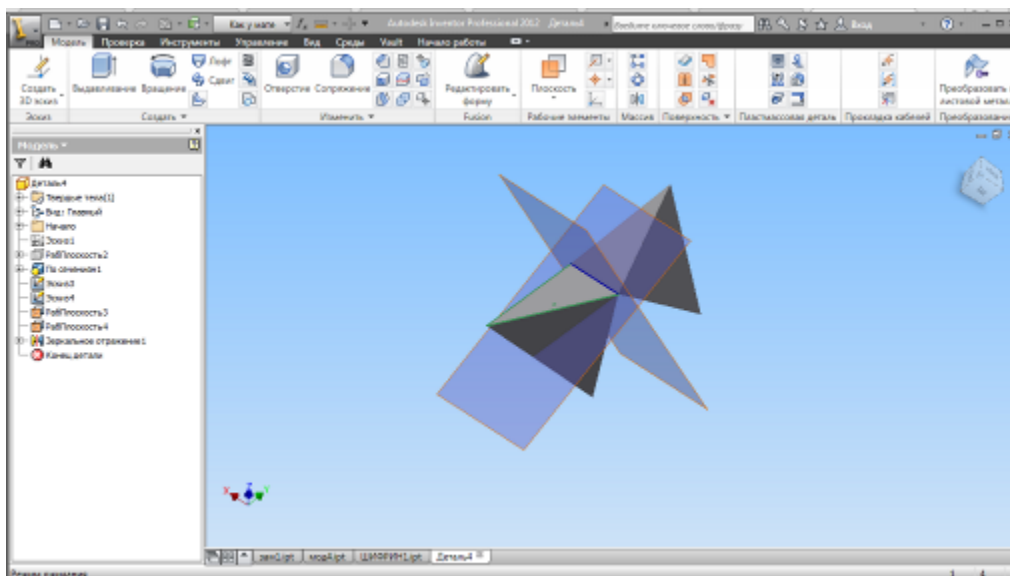


Рис. 3. С помощью инструмента «рабочая плоскость» к правильному тетраэдру добавлен второй тетраэдр

На рис. 4 приведена электронная модель проекции развертки четырехмерной фигуры на базе четырех правильных тетраэдров.

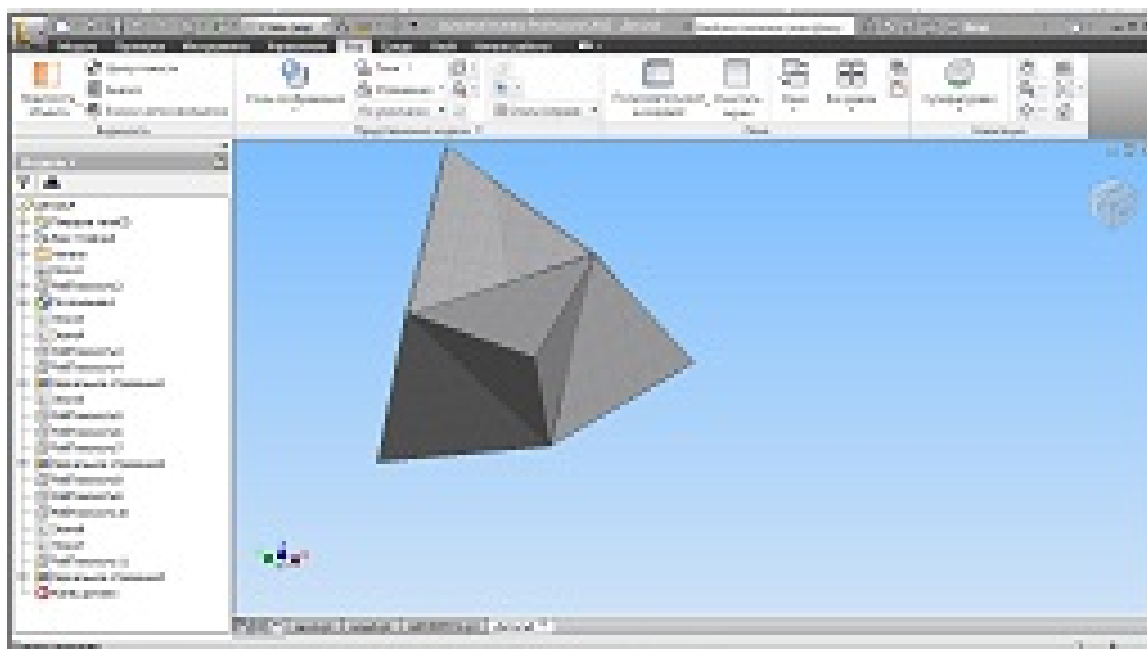


Рис. 4. Готовая проекция развертки четырехмерной фигуры на базе четырех правильных тетраэдров

Электронная проекция развертки тессеракта приведена на рис. 5

Свойства многомерного пространства использовал в своей работе математик-экономист Канторович Л.В. – один из создателей линейного программирования. В 1975 году Канторовичу и американскому математику Т. Купмансу была вручена Нобелевская премия «за вклад в теорию оптимального распределения ресурсов».

Молодому математику А.А. Гайфуллину в 2016 году вручена премия президента России за развитие теории изгибаемых многогранников в многомерном пространстве.

В наше время учёные в своих исследованиях больше не ограничивают себя тремя измерениями в пространстве Евклида.

Художники из желания отобразить невозможное привлекли четырехмерное пространство в своих произведениях для подчеркивания необъятности мироздания. Французский художник-сюрреалист Марсель Дюшан (1887-1968), познакомившись с многомерной математикой, привлек ее в своих картинах «Обнажённая на лестнице, № 2» и «Большое стекло».

Произведения Малевича К.С. (1879-1935) напоминают плоские сечения объектов из пространства высших измерений. В творчестве Сальвадора Дали (1904-1989) многомерность математики отобразилась в картинах «Распятие или Гиперкубическое тело» (рис.6) и «В поисках четвёртого измерения».

Человек пытается представить четырехмерное пространство потому, что сознает невозможность этого. А вот ученым удастся привлечь свойства многомерного пространства при исследовании процессов, которые нельзя описать на понятном в трехмерном пространстве геометрическом языке.

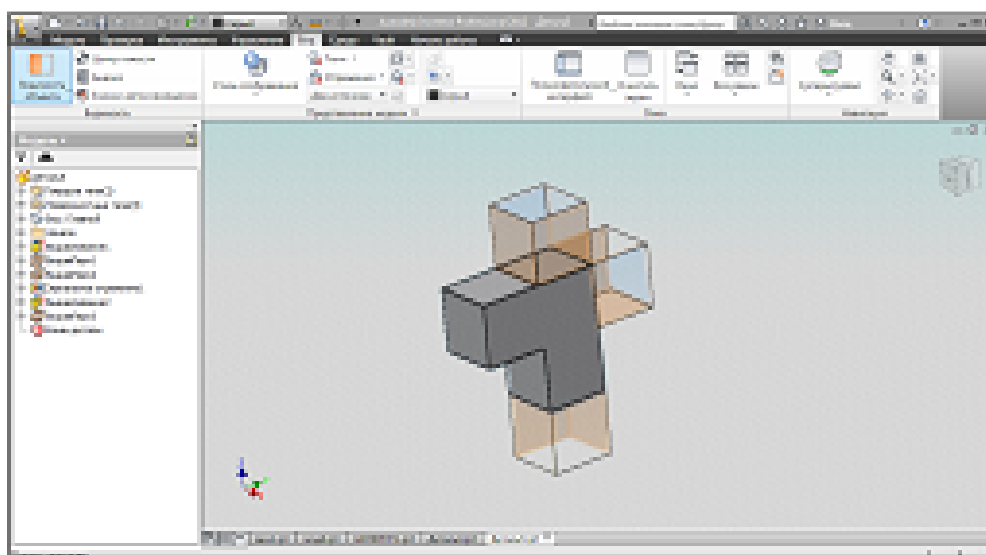


Рис. 5. Электронная модель развертки гиперкуба



Рис. 6. Картина Сальвадора Дали «Распятие»

#### Список литературы

- [1]. Фоменко А.Т. Наглядная геометрия и топология. Математические образы в реальном мире. 2-е изд. М.: Изд. Моск. ун-та, Изд.»ЧеРо», 1998. 416 с.
- [2]. Успенский П.Д. Четвертое измерение. СПб, Изд-во Чернышева, 1993. 93 с.
- [3]. Журбенко П.А., Гузненков В.Н. Autodesk Inventor 2012. Трехмерное моделирование деталей и создание чертежей. М.: Изд. ДМК-Пресс, 2012. 120 с.