

2. Нойферт П., Нефф Л. Проектирование и строительство. Дом, квартира, сад, 2007 г. изд-во: Архитектура-С.
3. Кох Вильфрид, Энциклопедия архитектурных стилей, 2006 г., изд-во: Бертельсманн.
4. Бадьин Г.М., В.В. Стебаков Справочник строителя, 2000 г., изд-во АСВ
5. Еврострой, Журнал строительных материалов и технологий
6. Т.Г. Маклакова Архитектура гражданских и промышленных зданий, 1981г., изд-во Стройиздат.

УДК 514.18

ОТРАЖЕНИЕ ПЛОСКИХ ОБЪЕКТОВ В КОНИЧЕСКИХ ЗЕРКАЛАХ

**Перешиткин К., студ. гр. ПГС-201, Денисова Т.В., к.т.н., доцент, кафедра
геометрического и компьютерного моделирования**

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

В работе представлены определения, свойства и геометрия отражений плоских объектов в конических зеркалах.

Отражение, анаморфизм, коническое зеркало.

ВВЕДЕНИЕ

Анаморфные картины известны уже несколько веков. Попробуем разобраться, что это такое, и как их нужно смотреть. Так что же это? Невообразимый набор мазков? Но, оказывается, смотреть анаморфные картины надо под определённым углом или при помощи зеркала-анаморфоскопа. В качестве анаморфоскопов используют зеркала различной формы: обычные плоские, конические, цилиндрические и пирамидальные, с разным количеством граней. По одним источникам считается, что анаморфоза или иначе искусство искажения проекции было когда-то изобретено в Китае, а позднее завезено в Европу. Хотя не исключено, что аналогичные изобретения могут независимо друг от друга возникать в разных уголках мира, но в разные временные отрезки.

Основоположителем же анаморфизма в европейском искусстве считается Леонардо да Винчи (1452 - 1519). Первым известным примером анаморфного рисунка считается его рисунок, который ученые-исследователи нашли в одном из трактатов художника - Кодексе 'Codex atlanticus'. При рассматривании в плоскости рисунка под углом появляется ясное изображение лица ребенка (рис. 1).



Рис. 1

Ранее [1] была рассмотрена геометрия отражений в цилиндрических зеркалах, в данной работе речь пойдет о конических зеркалах и отражениях в них.

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЙ

Разработка геометрического и аналитического способов нахождения отраженной точки в коническом зеркале и реализация его на компьютере.

ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЙ

Вывести геометрические и аналитические зависимости отражения плоских объектов в коническом зеркале, подтвердить достоверность полученных результатов на физических моделях.

АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ

Одним из создателей анаморфного искусства и мозаик является архитектор Манчестерской школы архитектуры Эндрю Кромптон. Его перевернутый конический зеркальный анаморфоз (рис. 2) широко известен.



Рис. 2

Кривая называется самоанаморфной, если она имеет ту же форму, что и ее отражение в кривом зеркале. Самоанаморфные кривые существуют для отражений, наблюдаемых в коническом зеркале сверху (рис.3) [6]. Это удивительно, потому что отражения в конусах, как правило, настолько деформированы, что даже использовались для выявления скрытых изображений в анаморфном искусстве.

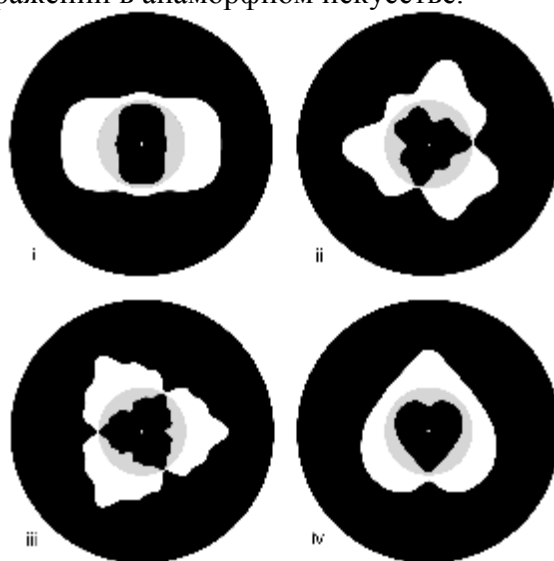


Рис. 3

На рис. 4 приведен пример конического зеркального анаморфоза Fernandino Galli da Bibiena из книги о перспективном и архитектурном дизайне, которую он опубликовал в 1731 году.

Изображение, которое он создает на фигуре 2, начинается с дуговой решетки, показывающей лицо в правом верхнем углу. Нелегко увидеть лицо на фигуре 2. Глаз смотрит в зеркало из точки D и расчеты показывают, как изображение изменено.

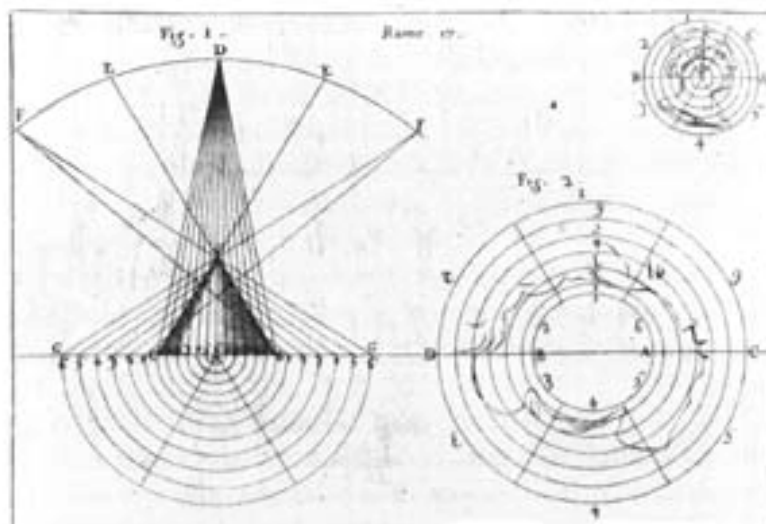


Рис. 4

Каждый анаморфное изображение создается для конкретного конического зеркала, так как угол конуса и положение для просмотра определяют искажения.

На рисунке 5 показан пример искаженного изображения, отраженного в конусе с углом в 30° [7].



Рис. 5

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Рассмотрим, как рассчитать аналитически отражение в коническом зеркале. Для того, чтобы найти отражение в зеркале, например, стороны квадрата (рис.16-17), необходимо для начала, найти отражение одной точки. Выведем зависимости для общего задания конуса, отражающей точки $A(x_A, y_A, z_A)$ и точки зрения $S(x_S, y_S, z_S)$.

Коническая поверхность вращения образуется вращением прямой линии $x = \frac{a}{c} \cdot z$ вокруг оси z . Уравнение конуса имеет вид [5]:

$$\frac{(x^2 + y^2)}{a^2} - \frac{z^2}{c^2} = 0. \quad (6)$$

Уравнение нормали к конусу в искомой точке $K(x_K, y_K, z_K)$:

$$x - x_K = l \cdot t, \quad y - y_K = m \cdot t, \quad z - z_K = n \cdot t, \quad (7)$$

$$\text{где } l = \frac{\partial F(x_K, y_K, z_K)}{\partial x}, m = \frac{\partial F(x_K, y_K, z_K)}{\partial y}, n = \frac{\partial F(x_K, y_K, z_K)}{\partial z}.$$

Для нахождения искомой точки $K(x_K, y_K, z_K)$ используем вышеописанное свойство биссектрисы (2). Для пространственного случая соотношение будет иметь вид:

$$\frac{(x_K - x_S)^2 + (y_K - y_S)^2 + (z_K - z_S)^2}{(x_K - x_A)^2 + (y_K - y_A)^2 + (z_K - z_A)^2} = \frac{(x_L - x_S)^2 + (y_L - y_S)^2 + (z_L - z_S)^2}{(x_L - x_A)^2 + (y_L - y_A)^2 + (z_L - z_A)^2} \quad (8)$$

Точка L, лежащая на биссектрисе, образуется пересечением прямой SA и нормали (7). Уравнение прямой SA имеет вид

$$\frac{x - x_A}{x_S - x_A} = \frac{y - y_A}{y_S - y_A} = \frac{z - z_A}{z_S - z_A} \quad (9)$$

Совместным решением (7), (9) получаем координаты точки $L(x_L, y_L, z_L)$. Подставив их в (8) и учитывая, что искомая точка лежит на конусе, т.е. ее координаты удовлетворяют (6), найдем искомую точку $K(x_K, y_K, z_K)$.

Проверим работу алгоритма на конкретной модели. Возьмем конус высотой 30 см и диаметром основания 16 см и обернем его зеркальной фольгой. Зададим уравнение конуса:

$$\frac{x^2 + y^2}{8^2} - \frac{z^2}{30^2} = 0.$$

Поместим перевернутый конус в середину квадрата со стороной 30 см и находящегося на высоте 10 см от горизонтальной плоскости. Рассмотрим отражение сторон квадрата в конусе с различных точек зрения. Начало координат находится в вершине конуса. Итак, имеем координаты точки A(15, -15, 10) и S(40, 40, 5). Используя программное обеспечение Maple найдем координаты точки K:

```
> xs:=40: ys:=40: zs:=5: xa:=15: ya:=-15: za:=10:
> S:=evalf(solve({ ((xk-xs)^2+(yk-ys)^2+(zk-zs)^2)/((xk-xa)^2+(yk-ya)^2+(zk-za)^2)=((xl-
xs)^2+(yl-ys)^2+(zl-zs)^2)/((xl-xa)^2+(yl-ya)^2+(zl-za)^2), xk^2/(8^2)+yk^2/(8^2)-
(zk)^2/(30^2)=0, 32*(xl-xk)/xk=(yl-yk)*32/yk, 32*(xl-xk)/xk=-450*(zl-zk)/zk, yl=(xl-xa)*(ys-
ya)/(xs-xa)+ya, zl=(xl-xa)*(zs-za)/(xs-xa)+za}, [xk,yk,zk,xl,yl,zl]): print(S);
xk = 0.3267673410, yk = -5.958514294, zk = 22.37800347
```

Найдем в зеркальном конусе отражение середины стороны квадрата:

```
> xa:=15: ya:=0: za:=10:
xk = 1.816055336, yk = -3.41545185, zk = 14.50594244
```

Середина стороны квадрата отразится в конусе на 6 см ниже, что подтверждают фотографии эксперимента (рис. 6-7). Вся сторона отразится в виде кривой 2-го порядка.



Рис. 6



Рис. 7

ВЫВОДЫ

Изучение геометрии вогнутых и выпуклых зеркал представляется весьма интересным. Предложенные способы математического, геометрического и компьютерного моделирования помогут найти изображение отраженных объектов в цилиндрических и конических зеркалах с требуемой точностью, что позволит использовать их, например, при оформлении интерьеров помещений и городских ландшафтов, ведь изображенные искаженные очертания могут найти свое «правильное» отражение в цилиндрических и конических фасадах зданий, опорных колоннах и т.д.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Перешиткин К.А., Денисова Т.В. Отражение плоских объектов в цилиндрических зеркалах // Актуальные проблемы архитектуры, строительства и энергосбережения. – Симферополь, 2011. – Вып.3, Ч.1
2. <http://yablor.ru/blogs/opticheskie-illyuzii-anamorfozi-zashifrovannye-izobrajeniya-i-zerkala/737094>
3. <http://elementy.ru/lib/430916/430922>
4. <http://class-fizika.narod.ru/serk2.htm>
5. Кривошапко С. Н., Иванов В. Н., Халаби С. М. Аналитические поверхности. – Москва: Наука, 2006. – 536 с.
6. ANAMORPHIC ART at the London Knowledge Lab and the National Gallery, December 12 & 13 2008
7. Self-anamorphic images A.P. Crompton1 & F.E. Brown

УДК 624.011:69.033:691.15

ТЕНТОВАЯ АРХИТЕКТУРА: ВЧЕРА, СЕГОДНЯ, ЗАВТРА

Макогон А. С., Куликов Г. В., Казьмина А. И.

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Статья посвящена развитию тентовой архитектуры. На примерах архитектурной практики предлагается использовать возможности тентовой архитектуры в Украине.

ВВЕДЕНИЕ

Что такое тентовая архитектура? "Экзотика", имеющая возможность развиваться только за рубежом, или проверенный временем метод, активно использующийся и у нас? К сожалению, тема тентовой архитектуры недостаточно освещена, что негативно влияет на перспективы ее применения и развития.

ТЕНТОВАЯ АРХИТЕКТУРА: ВЧЕРА.

Тентовые укрытия ведут свою историю с древних времен. Среди самых первых созданных человеком артефактов были, как известно, простые укрытия, использовавшиеся охотниками