

## **МУЗЕЙ ОПТИКИ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА. ТРЕХМЕРНАЯ ИЛЛЮЗИЯ**

*Наш журнал продолжает знакомить читателей с новым увлекательным музеем, открывшимся в Санкт-Петербурге. Интерактивный музей оптики, который начал свою работу в январе 2009 года на базе СПбГУ ИТМО, расположен на Биржевой линии Васильевского острова в бывшем доме купца Елисеева. Экспонат, который мы сегодня рассмотрим, является примером формирования реалистичного объемного изображения, которое легко спутать с самим предметом.*

Можете ли Вы поверить, что предмет, который Вы видите на поверхности полусферы, является всего лишь миражом (рис. 1)? Вам достаточно попробовать сдвинуть его, чтобы убедиться в этом. На самом деле, перед Вами всего лишь иллюзия, «вирту-

альное» объемное изображение. Однако компьютерные технологии здесь оказываются совершенно ни при чем – реальный предмет находится внутри конструкции, а стереоскопический эффект, который Вы наблюдаете, достигнут с помощью обычных параболических зеркал, внешне напоминающих не очень глубокие блюдца (см. рис. 2).

Параболическое зеркало – это трехмерная фигура, полученная вращением параболы вокруг своей оси и имеющая зеркальную внутреннюю поверхность. Важной особенностью параболических зеркал является то, что лучи, идущие от достаточно удаленных источников света, падают на поверхность зеркала и, отражаясь, собираются в одной точке, называемой фокусом. В этом случае считается, что лучи падают на



**Рис. 1.** Трехмерная иллюзия

поверхность зеркала параллельно его главной оси (рис. 3 а). То же самое верно и в обратную сторону, то есть лучи, исходящие от источника света, помещенного в фокус параболического зеркала, после отражения устремляются параллельно главной оси зеркала (рис. 3 б).

Эти свойства параболических зеркал были известны человечеству давно. По одной из легенд, с помощью параболического зеркала Архимед сумел поджечь вражеский флот во время осады Сиракуз, однако, некоторые историки склонны сомневаться в технической реализации этого проекта в античную эпоху и утверждают, что Архимед использовал параболические зеркала для ослепления вражеского флота.

В 17 веке Ньютон воспользовался свойствами параболических зеркал для создания первого в мире зеркального телескопа: пучок света от далеких звезд, дважды отражаясь от разных зеркал, становится более узким, а следовательно, более ярким!

Традиционно за несколько месяцев до начала Олимпийских игр на торжественной церемонии в древней Олимпии (остров Пелопоннес) олимпийский факел зажигают в храме богини Геры, используя металлическое параболическое зеркало, фокусирующее солнечные лучи.

Кроме того, свойства параболических зеркал используются в спутниках, телескопах, а также осветительных приборах, например прожекторах или автомобильных фарах.



Рис. 2. Конструкция в разобранном виде

Однако вернемся к нашему экспонату! Несмотря на то, что свойства параболических зеркал были известны очень давно, впервые этот стереоскопический эффект был обнаружен случайно и всего 30 лет назад, когда сотрудник оптической лаборатории, протирая параболические зеркала, заметил, что пытается стряхнуть мусор, которого на самом деле нет. Этот удивительный эффект он продемонстрировал одному из профессоров лаборатории. В результате появилась идея коммерческого использования неожиданно открытого явления, и сегодня в интернет-магазинах подобную игрушку (например, Mirage® 3D Hologram Maker) можно приобрести в пределах 10 долларов.

Конструкция этого экспоната достаточно проста и состоит из двух параболических зеркал, поставленных одно на другое таким образом, что зеркальные поверхности оказываются друг напротив друга. При этом, в верхнем зеркале есть отверстие стро-

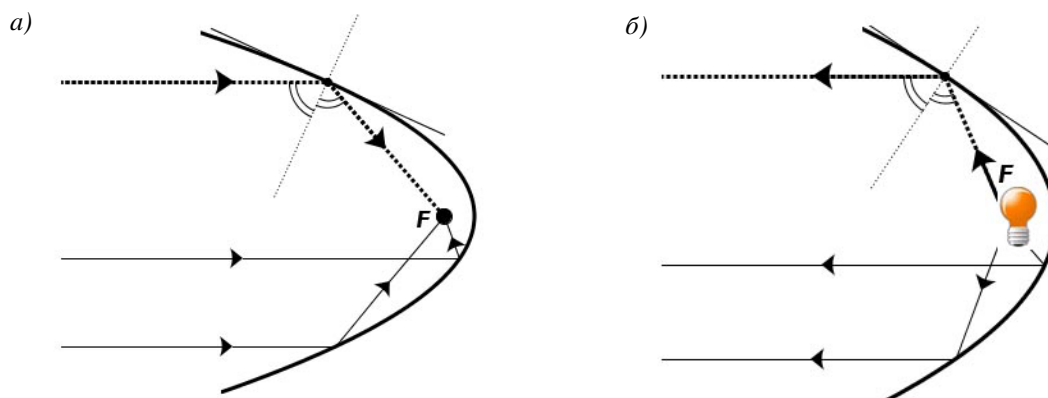
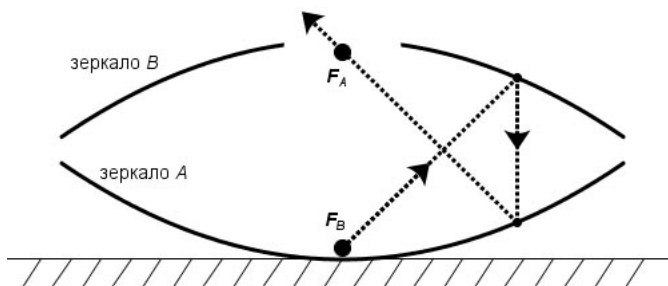


Рис 3.

а) поток лучей, падающих параллельно главной оси параболического зеркала, собирается в фокусе;  
б) пучок света из фокуса зеркала направляется параллельно главной оси параболического зеркала



**Рис. 4.** Два параболических зеркала *A* и *B*, зеркальные поверхности которых направлены друг к другу; фокус зеркала *A*  $F_A$  размещается в основании зеркала *B*, и наоборот

го определенного радиуса. Кривизна зеркал рассчитана так, что фокус одного зеркала приходится на основание другого и наоборот (рис. 4). Таким образом, объект, помещенный внутрь конструкции, располагается в фокусе верхнего зеркала! В результате, свет, падающий на этот объект, отражается от верхнего зеркала и направляется отвесно. Отвесные лучи, достигая нижнего зеркала, отражаются и собираются в фокусе нижнего зеркала, которое приходится на основание верхнего зеркала, и наш объект

как бы всплывает на поверхность. Иллюзия объемности образа будет полная – экспонат можно обойти со всех сторон и отовсюду он будет виден. Нельзя только смотреть на него отвесно – тогда секрет сразу раскрывается. Подобная иллюзия – это в первую очередь заслуга нашего головного мозга, так как именно он интерпретирует спроецированный образ как трехмерный!

Подобный эффект демонстрируется в различных музеях мира и в том числе в музее занимательной оптики г. Санкт-Петербурга. Применять подобный эффект можно, например, на выставках ювелирных или любых других дорогостоящих изделий в целях безопасности. Не потребуются лишние стеклянные витрины, изделия предстанут перед зрителями очень близко и без бликов витрин, степень детализации иллюзии будет очень высока, возможность просмотра со всех сторон сохранится, но при этом забрать предмет будет крайне сложно.

*Адрес музея:* Санкт-Петербург, В.О., Биржевая линия, д. 14 (около пл. Академика Сахарова)  
 Экскурсии для организованных групп только по предварительным заявкам.  
 Тел.: +7 (905) 257-60-28      E-mail: anghowo@gmail.com

© Наши авторы, 2009.  
 Our authors, 2009.

*Пухов Алексей Фёдорович,  
 аспирант математико-  
 механического факультета СПбГУ,  
 под ред. профессора С.К. Стафеева,  
 научного руководителя Музея оптики.*