

## РАСТРОВЫЕ СТРУКТУРЫ И ЗРЕНИЕ

Ю. В. ФЕДОРОВ, А. Ю. ФЕДОРОВА

Университет ИТМО, 197101, Санкт-Петербург, Россия

E-mail: Fedorov YV@yandex.ru

Рассматриваются системы на базе камеры-обскуры — простейшего вида устройства, позволяющего получать оптическое изображение объектов. Растровые структуры, расположенные перед зрительным анализатором, инициируют работу цилиарных мышц глаза для формирования единого резкого изображения на сетчатке. Описаны свойства и разновидности растровых структур и возможность их использования в качестве глазных зрительных тренажеров.

**Ключевые слова:** растр, матрица, тренажерный эффект, глазодвигательные мышцы

В камере-обсуре (лат. *camera obscura* — „темная комната“) лучи света, проходя сквозь отверстие диаметром приблизительно 0,5—5 мм, создают перевернутое изображение на экране [1, 2] (рис. 1). На основе камеры-обскуры еще в XIX веке были сделаны некоторые фотокамеры, обустроены помещения для зарисовки пространства предметов. Камера-обскура характеризуется увеличенной в целом глубиной резко изображаемого пространства.

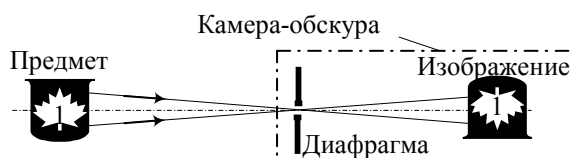


Рис. 1

При комплектовании камеры-обскуры и растр-матрицы (рис. 2) образуется растровая оптическая система с определенным способом укладки (расположения отверстий) на общей поверхности. В визуальной системе наиболее логичной является сотовая или шахматная укладка, соответствующая укладке светочувствительных элементов сетчатки глаза.

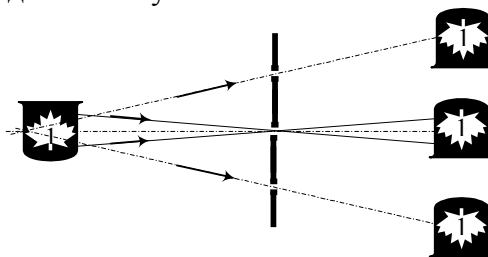


Рис. 2

Использование растра повышает светосилу системы, но требует добавления оптического силового элемента для формирования единого резкого изображения пространства предметов (рис. 3). Роль такого элемента могут выполнять оптическая система глаза или оптическая система глаза с корригирующей очковой линзой [3—5].

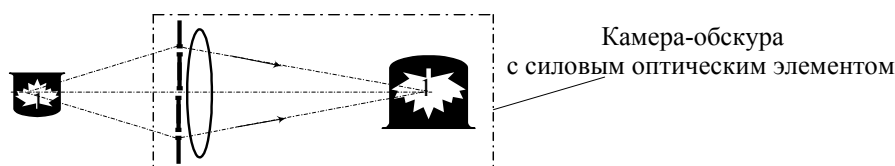


Рис. 3

Изображение, формируемое системой „матрица—глаз“, образуется на его сетчатке. Растровая матрица, внешний вид которой приведен на рис. 4, представляет собой систему регулярно пространственно расположенных белых кружков (отверстий) на темном поле.

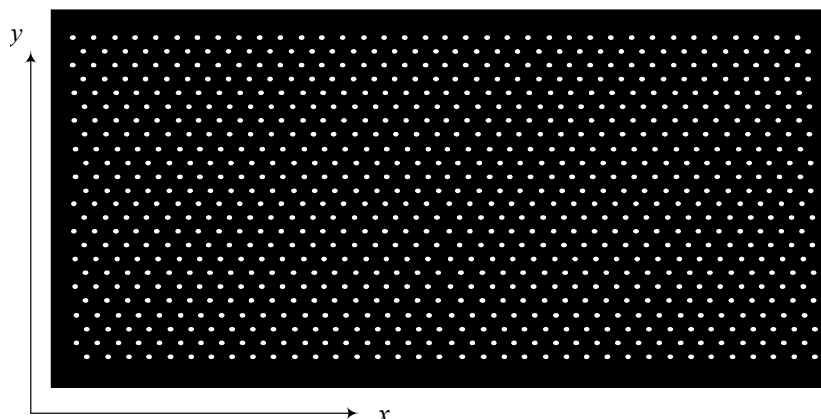


Рис. 4

Форма и размер элементов раstra (рис. 5) соответствуют структуре сетчатки глаза. Диаметр отверстий определяется в зависимости от степени зрительной патологии и уточняется после консультации со специалистом.

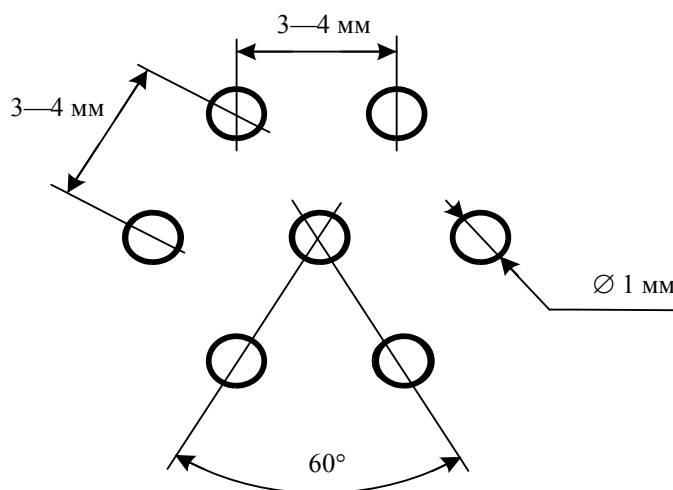


Рис. 5

При этом возникает тренажерный эффект, так как после прохождения света через отверстия (рис. 6) на сетчатке формируются четкие, но смещенные друг относительно друга изображения объекта, в соответствии с числом задействованных отверстий. Если на сетчатку попадает свет, проходящий сразу через несколько отверстий (одно центральное и боковые), расположенных в правильном гексагональном порядке, то на сетчатке формируется соответствующее суммарное изображение, причем самым четким в этом случае будет изображение, формируемое при прохождении света через центральное отверстие. Повышенная четкость изображений объясняется небольшим (около 1 мм) диаметром перфорационного отверстия, при котором уменьшается относительное отверстие системы „матрица — глаз“. Глаз улавливает вызванный суммарным изображением дискомфорт и передает информацию в мозг, который вырабатывает решение. В результате цилиарные мышцы глаза изменяют кривизну хрусталика таким образом, чтобы из четкого, но раздвоенного изображения, формируемого при прохождении света через два или большее количество отверстий, получилось одно еще более четкое изображение.

Описанный эффект заставляет цилиарные мышцы глаза работать дополнительно. Если при использовании растр-матрицы постоянно переводить взгляд из одной точки пространства предметов в другую, например с одного предмета на другой, то такая дополнительная работа цилиарных мышц становится непрерывной и может использоваться как тренировочная или **тренажерная** для расширения диапазона аккомодации и повышения остроты зрения.

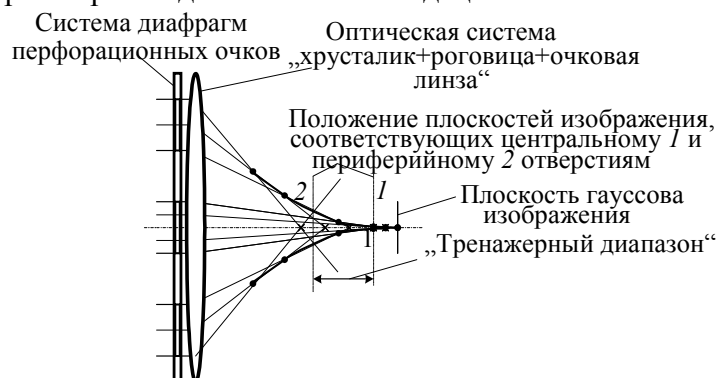


Рис. 6

Изложенные суждения — „оптическая“ суть растр-матриц как глазных тренажеров [6, 7].

Эксперименты показывают, что эффект использования растра усиливается при замене круглой формы отверстий на прямоугольную или овальную (в соотношении 1 по вертикали и 2 по горизонтали).

Выполнение растр-матрицы из цветного полупрозрачного материала [8] вызывает дополнительный лечебно-профилактический цветотерапевтический эффект. Современной медицинской наукой доказано, что с помощью цветотерапии можно повысить иммунитет, отрегулировать гормональный фон, активировать синтез витамина D, ответственного за отложение кальция в костной ткани. По мнению некоторых экспертов, цвет воздействует на организм сильнее, чем химические препараты. Согласно работе [9] лечебно-профилактическое действие видимого света на организм человека распределяется по составляющим следующим образом:

- красный цвет — повышает сосудистый тонус, нормализует сердечную деятельность;
- оранжевый цвет — нормализует кровяное давление, улучшает пищеварение;
- желтый цвет — эффективен при зрительных патологиях: амблиопии, косоглазии и др.;
- зеленый цвет — успокаивает, нормализует состояние нервной системы;
- голубой цвет — оказывает бактерицидное действие, снижает головные боли;
- фиолетовый цвет — оказывает тонизирующее действие, повышает иммунитет, оказывает омолаживающее действие.

Конструктивно (в частном случае), для удобства использования в качестве глазного тренажера, растр-матрица устанавливается на рамку-подставку или в очковую оправу (рис. 7, а, б соответственно). Такое исполнение позволяет осуществлять тренировку мышц зрительного анализатора в бытовых условиях без отрыва от повседневной деятельности. Рекомендуется постоянное (не менее 3 ч в течение дня) использование устройства. По достижении положительного эффекта, который начинает ощущаться через 3—4 недели ежедневных тренировок, возможен постепенный переход к более грубой матрице.

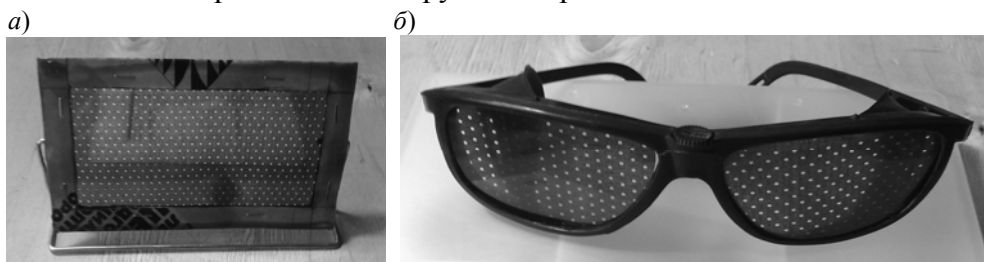


Рис. 7

Еще одной особенностью сотовой или шахматной структуры растра является наличие двух приоритетных направлений для групп растровых элементов: меридионального и сагитального. При этом, подобно решеткам А. И. Дашевского или Амслера, оказывается стимулирующее воздействие на внешние глазодвигательные мышцы, восстанавливая или улучшая бинокулярное зрение.

Для практического применения можно предложить следующий состав (комплектацию) изделий с растровыми структурами:

- грубый растр с диаметрами отверстий 2,4 мм;
- средний растр с диаметрами отверстий 2,0 мм;
- мелкий растр с диаметрами отверстий 1,6 мм.

Показания к применению:

- зрительное утомление (снижение работоспособности, расплывчатость контуров изображения, снижение концентрации внимания, тяжесть („песок“) в глазах);
- компьютерный зрительный синдром;
- индивидуальные патологии.

Результат применения растровых структур (терапевтический эффект) — укрепление мышечного аппарата глаз, восстановление объема аккомодации, свойственного здоровым глазам.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Чуриловский В. Н. Теория оптических приборов. М.—Л.: Машиностроение, 1966.
2. Сурдин В. Г., Карташев М. А. Камера-обскура // Квант. 1999. № 2. С. 12—15.
3. Федоров Ю. В., Федорова А. Ю. Перфорационные очки // Изв. вузов. Приборостроение. 2014. Т. 57, № 5. С. 69—71.
4. Валюс Н. А. Растровые оптические приборы. М.: Машиностроение, 1966.
5. Валюс Я. А., Дудников Ю. А., Рожнов Б. К. Растровые системы для получения объемных изображений. Л.: Машиностроение, 1986.
6. Тренажеры. Фирма „Глазные тренажеры“ [Электронный ресурс]: <<http://www.oko-training.ru/base.htm>>.
7. Федоров Ю. В. Зрение. Глазные зрительные тренажеры. СПб: Лемма, 2014.
8. Серов Н. В. Лечение цветом. Мода и гармония. СПб: Изд-во „Лисс“, 1993.
9. Панков О. П. Очки-убийцы. М.: Метафора, 2005.

#### Сведения об авторах

- Юрий Владимирович Федоров** — канд. техн. наук; Университет ИТМО; кафедра технологий интраскопии; ст. научный сотрудник; E-mail: [Fedorov YV@yandex.ru](mailto:Fedorov YV@yandex.ru)
- Александра Юрьевна Федорова** — Университет ИТМО; кафедра экономики и стратегического менеджмента; ст. преподаватель; E-mail: [AYFedorova@gmail.com](mailto:AYFedorova@gmail.com)

Рекомендована кафедрой  
технологий интраскопии

Поступила в редакцию  
29.03.17 г.

**Ссылка для цитирования:** Федоров Ю. В., Федорова А. Ю. Растровые структуры и зрение // Изв. вузов. Приборостроение. 2017. Т. 60, № 11. С. 1083—1087.

# RASTER STRUCTURES AND VISION

Yu. V. Fedorov, A. Yu. Fedorova

ITMO University, 197101, St. Petersburg, Russia

E-mail: Fedorov YV@yandex.ru

The simplest systems based on camera obscura to obtain an optical image of objects are considered. Raster structures located in front of the visual analyzer, initiate operation of the ciliary muscles of the eye to form a single sharp image on the retina. Properties of various raster structures are described, the possibility of the structures application as eye visual simulators are discussed.

**Keywords:** raster, matrix, exercise effect, oculomotor muscles

## Data on authors

**Yuri V. Fedorov**

— PhD; ITMO University, Department of Introscopy Technologies; Senior Scientist; E-mail: Fedorov YV@yandex.ru

**Aleksandra Yu. Fedorova**

— ITMO University, Department of Economics and Strategic Management; Senior Lecturer; E-mail: AYFedorova@gmail.com

**For citation:** Fedorov Yu. V., Fedorova A. Yu. Raster structures and vision. *Journal of Instrument Engineering*. 2017. Vol. 60, N 11. P. 1083—1087 (in Russian).

DOI: 10.17586/0021-3454-2017-60-11-1083-1087