

**Межпредметное обучение:
оптические иллюзии, как
соединение физики, биологии
и психологии**

Рыжиков Сергей Борисович

доктор педагогических наук

доцент физического факультета

МГУ им. М.В. Ломоносова

2018

Литература для школьников

- Я.И. Перельман. Занимательная физика.
- С. Толанский. Оптические иллюзии. М.: Мир. 1967
- Демидов В. Как мы видим то, что видим. М.: Знание. 1979.
- М. Чангизи. Революция в зрении. М.: АСТ. 2014
- Д.Л. Раков, Ю.А. Печейкина. Парадоксальный мир невозможных фигур и оптических иллюзий. М.: ЛЕНАНД. 2017.

Литература для учителей

- У. Диксон. Двадцать великих открытий в детской психологии. С.Пб. 2007
- Б.М. Величковский. Когнитивная наука. В 2-х т. М. Академия. 2006.
- МГУ, психологический факультет (16+),
<http://www.psy.msu.ru/illusion/>
- *<http://www.illuzi.ru/>*
- *<http://illjuzija.ru/>*

Рекомендуемая литература

Рыжиков С.Б.

Рыжикова Ю.В.

Загадки оптики

Изд. ОЛМА

медиа групп

2015

*[www.olmamedia.ru/
authors/13728/](http://www.olmamedia.ru/authors/13728/)*



Рекомендуемая литература

Рыжиков С.Б.

Рыжикова Ю.В.

Загадочные и удивительные способности зрения

изд. Физического об-ва
им. А.Г. Столетова

<http://www.stoletov.org>

2018



Межпредметность - основные проблемы

1. У наук различаются методы исследования, способы доказательства и др.
2. Необходимость избегать эклектики
3. Межпредметные связи должны строиться на высоком уровне

НБИКС – образование будущего

Нанотехнологии

Биотехнологии

Информационные технологии

Когнитивные технологии

Социогуманитарные технологии

Интегрированный урок

Рассмотрение проблемы (желательно передового края науки) с точки зрения разных наук

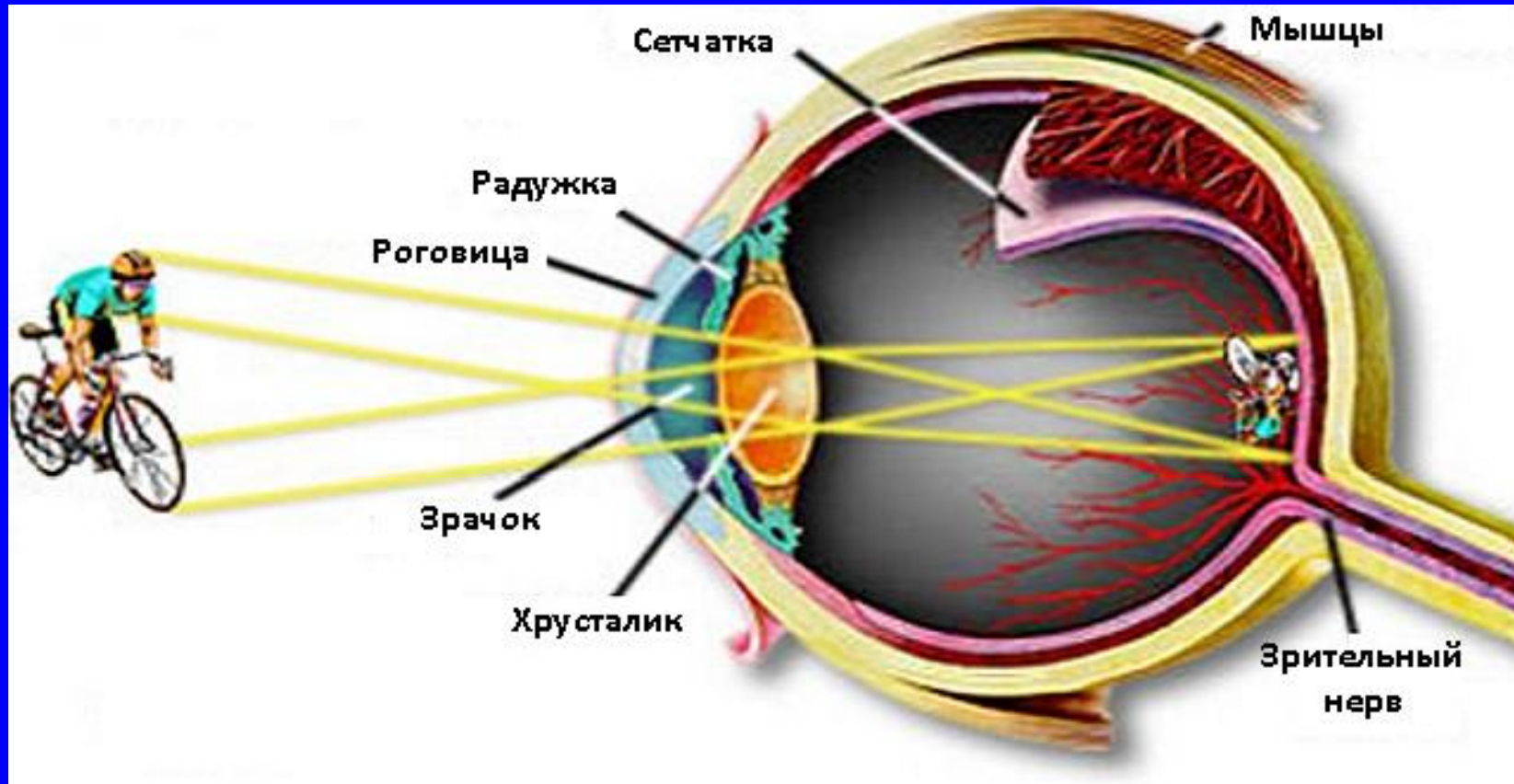
Зрительное восприятие — соединение математики, физики, биологии, медицины, психологии.

Аудитория — 7-ой класс и выше

Основной тезис

- оптические иллюзии — это не недостаток нашего зрения, а следствие его уникальных возможностей, которые помогли человеку выжить в прошлом и весьма полезны в настоящем;
- обмануть зрение можно, поставив эксперимент в условиях, далеких от привычного мира

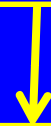
Вверх ногами



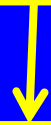
Иоганн Кеплер – ход лучей в глазе (XVII в)
Эксперимент Джорджа Стреттона – 1897 г.

Зрительная система

Глаз



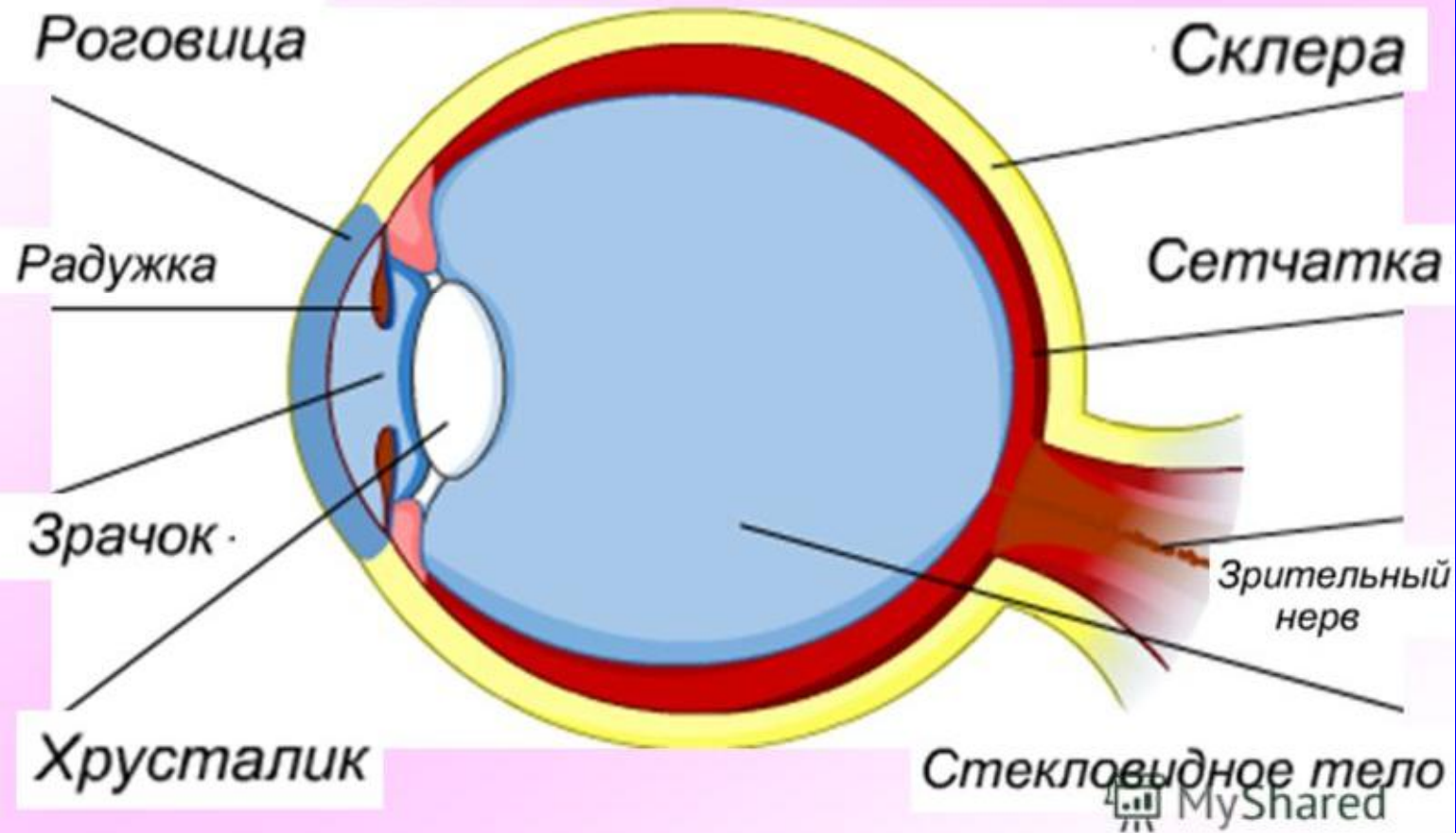
Подсознание



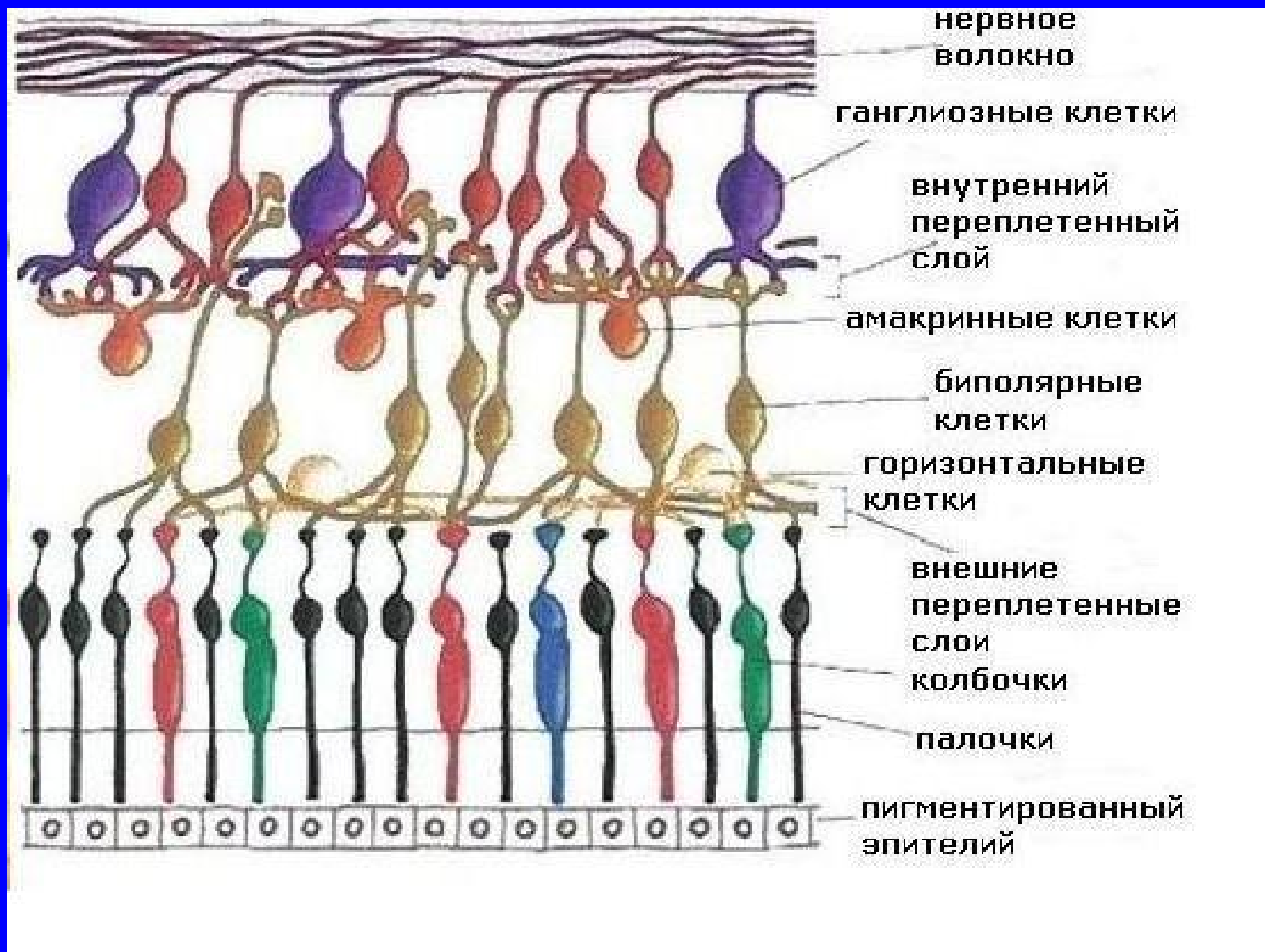
Сознание

Устройство глаза

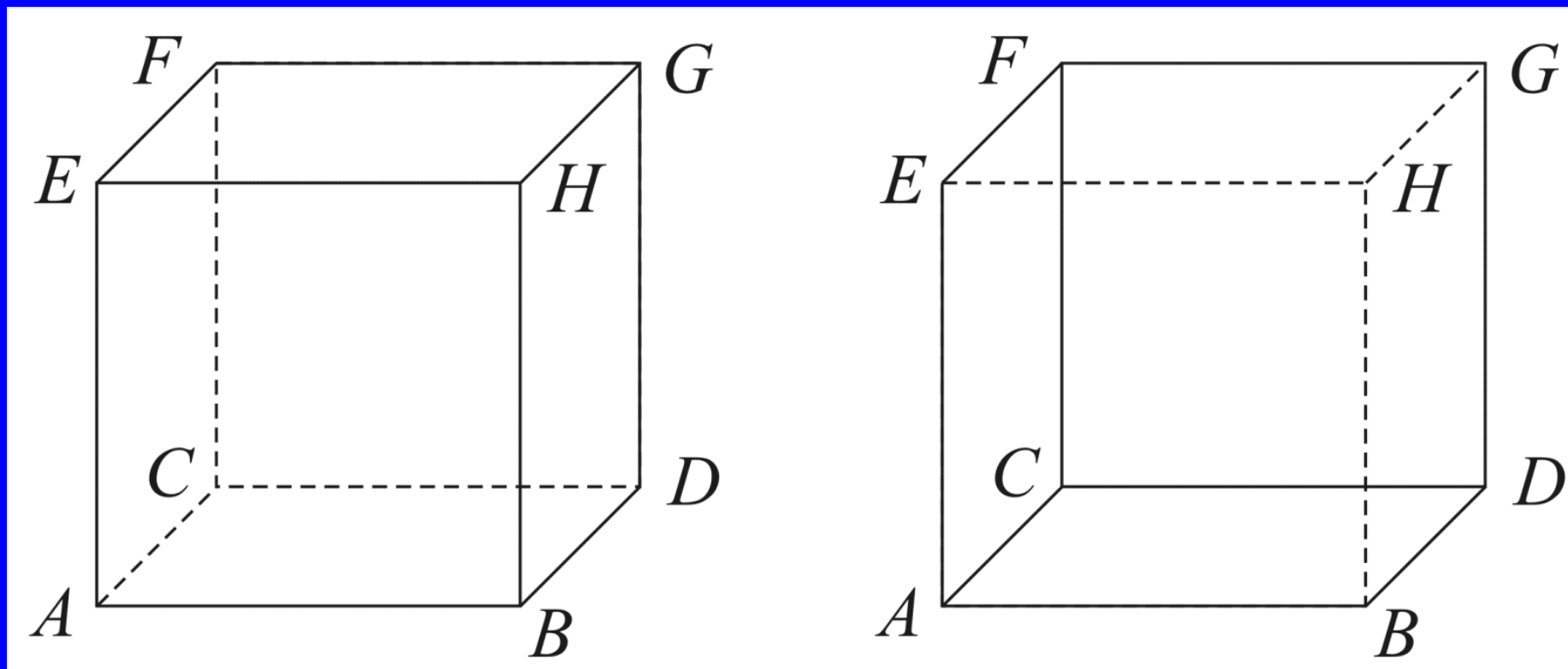
Строение глаза



Устройство сетчатки

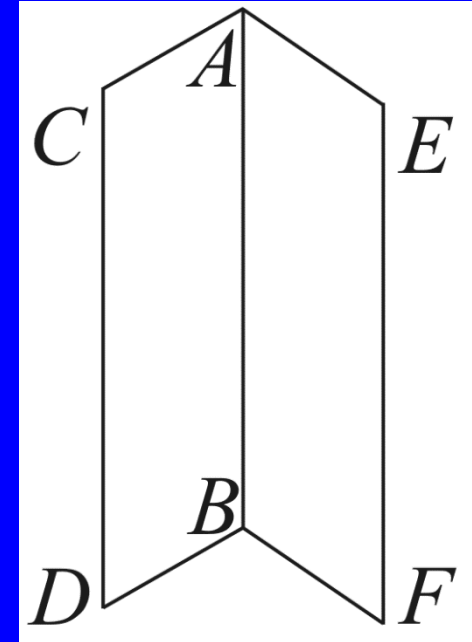
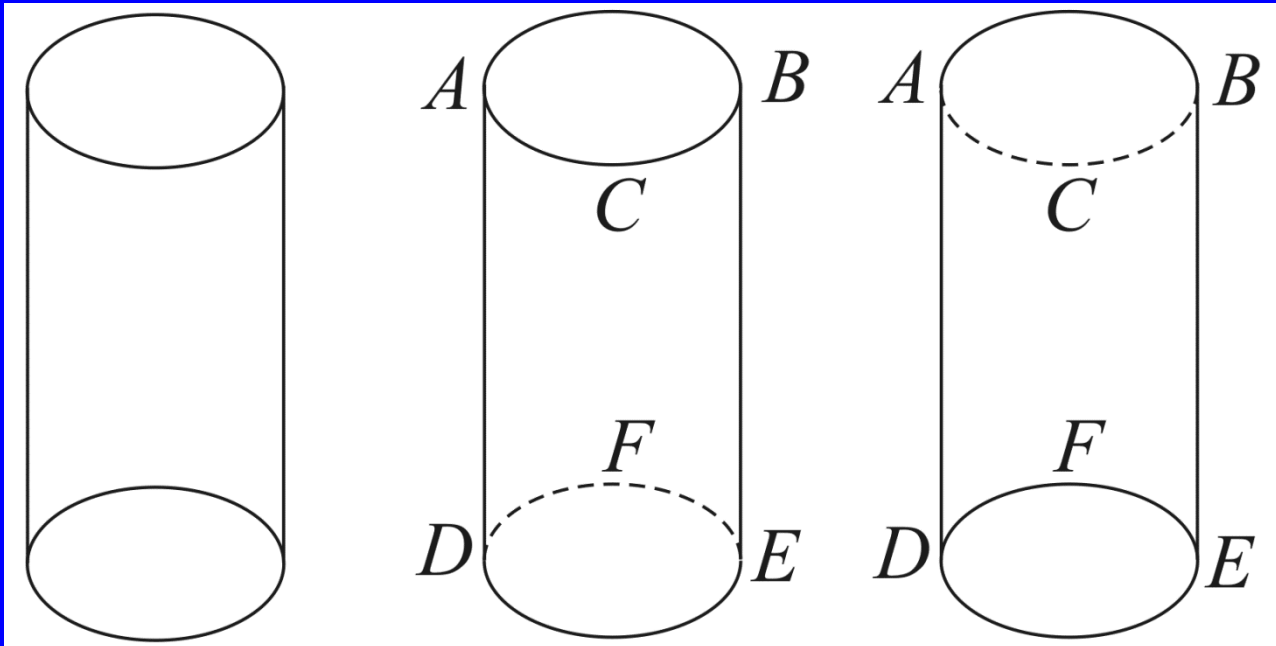


Объемное видение мира

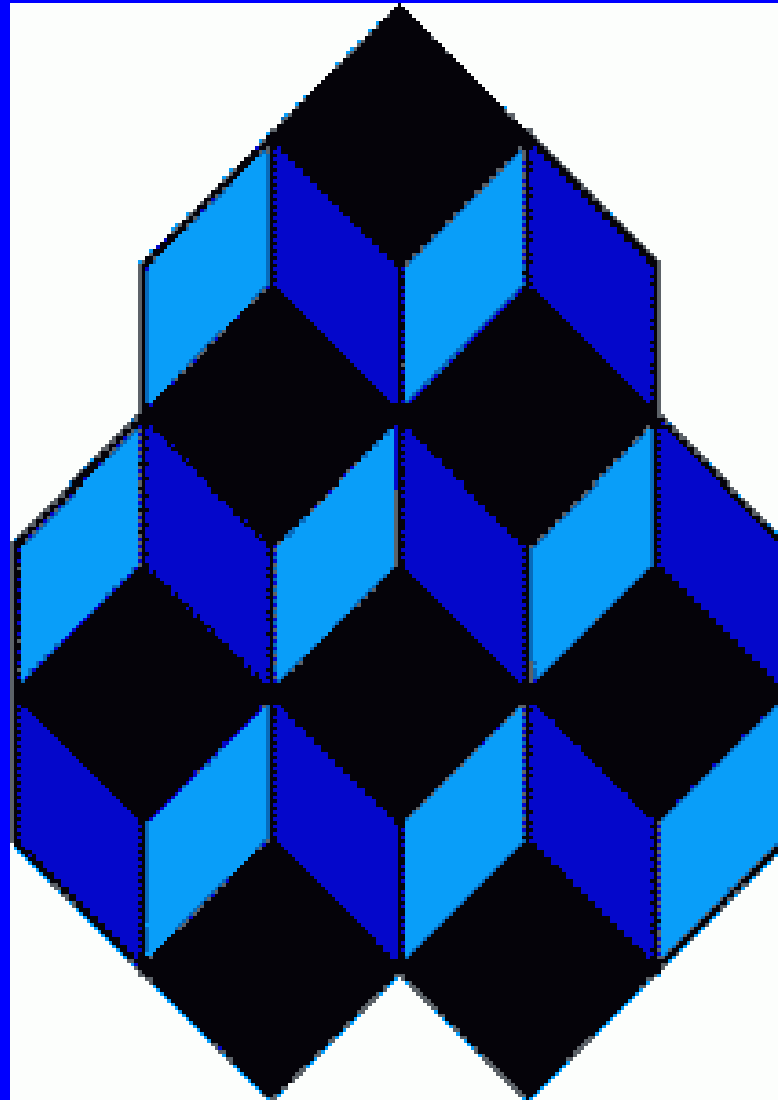


Кубик Неккера (1832)

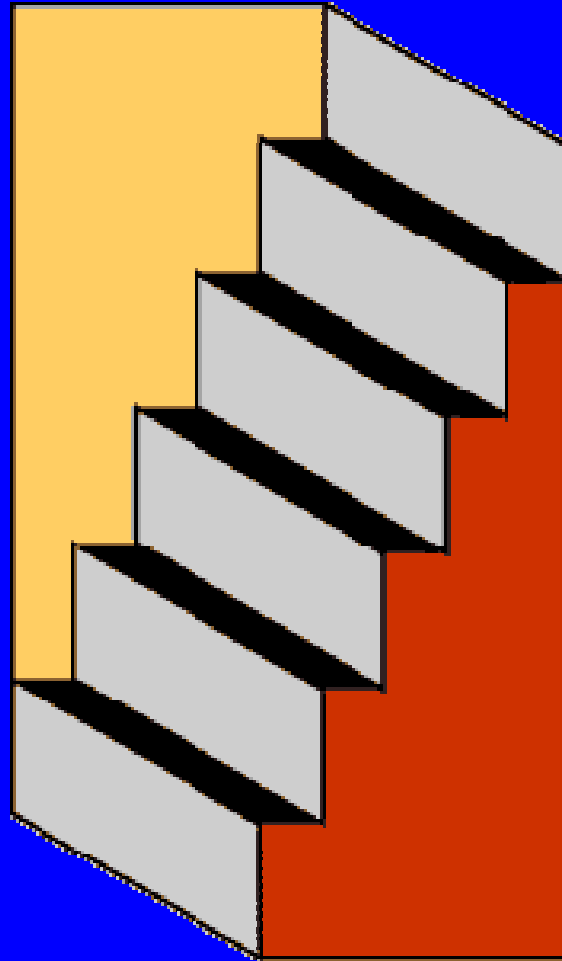
Объемное видение мира



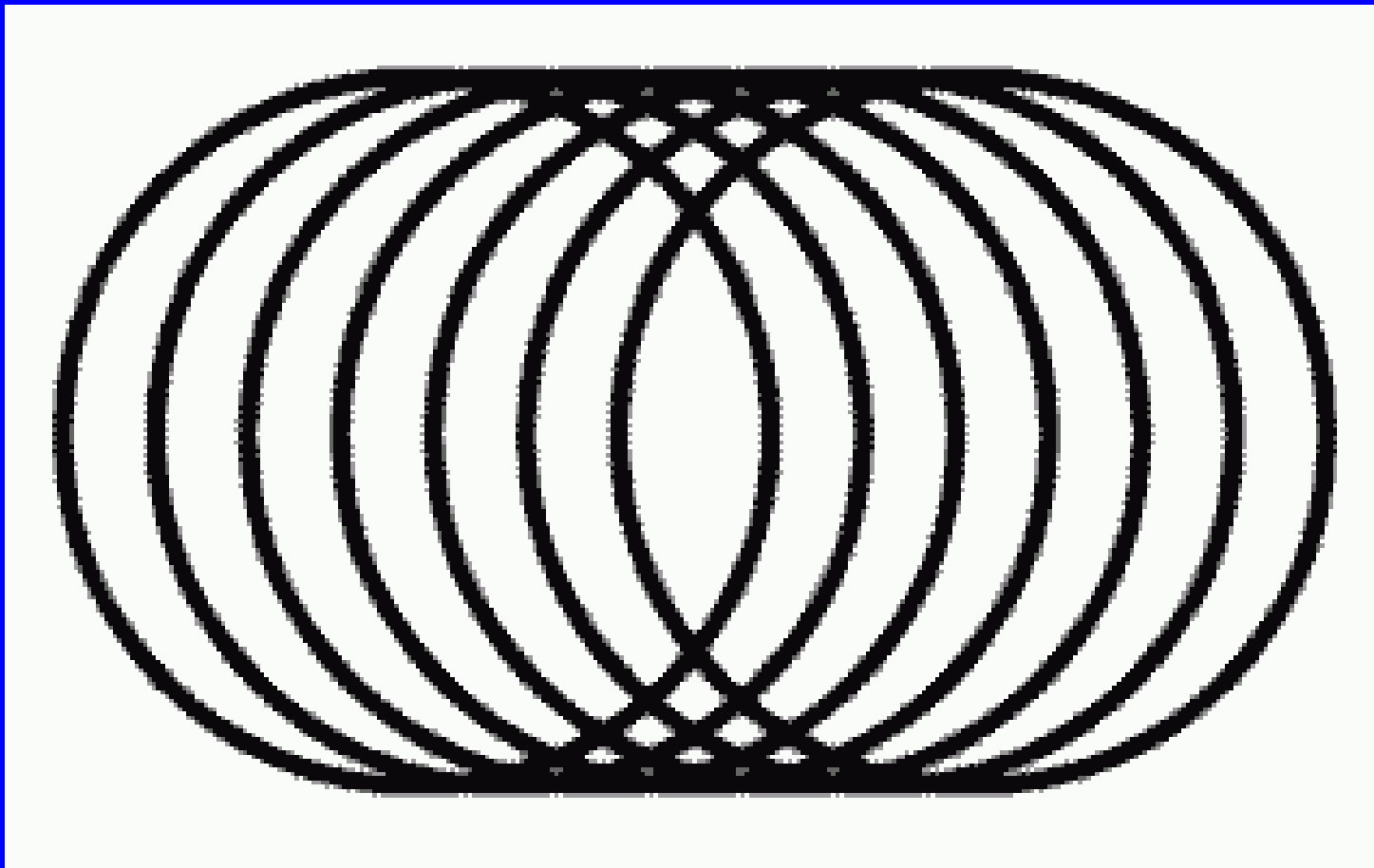
Иллюзия объема



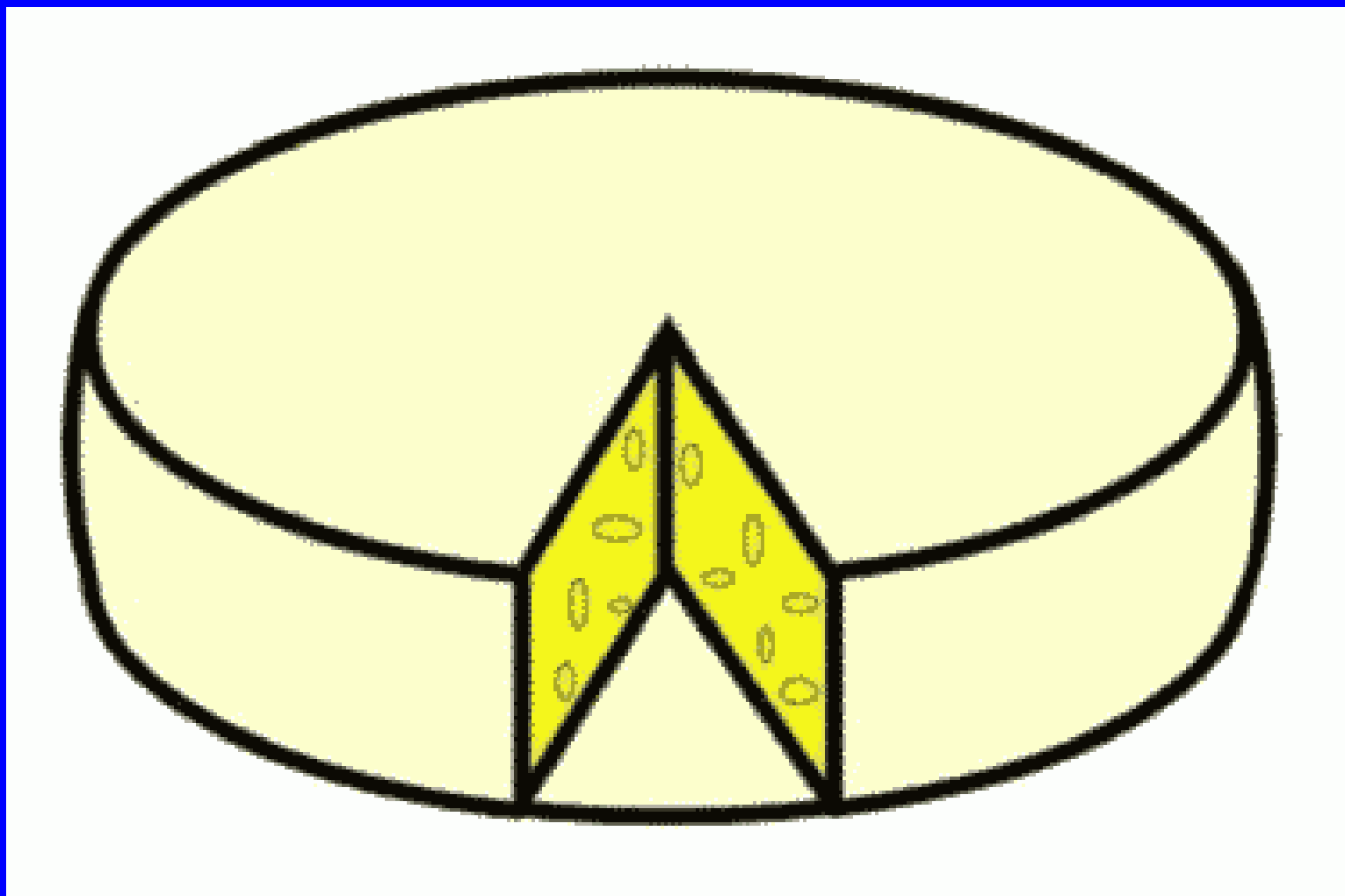
Иллюзия объема



Иллюзия объема



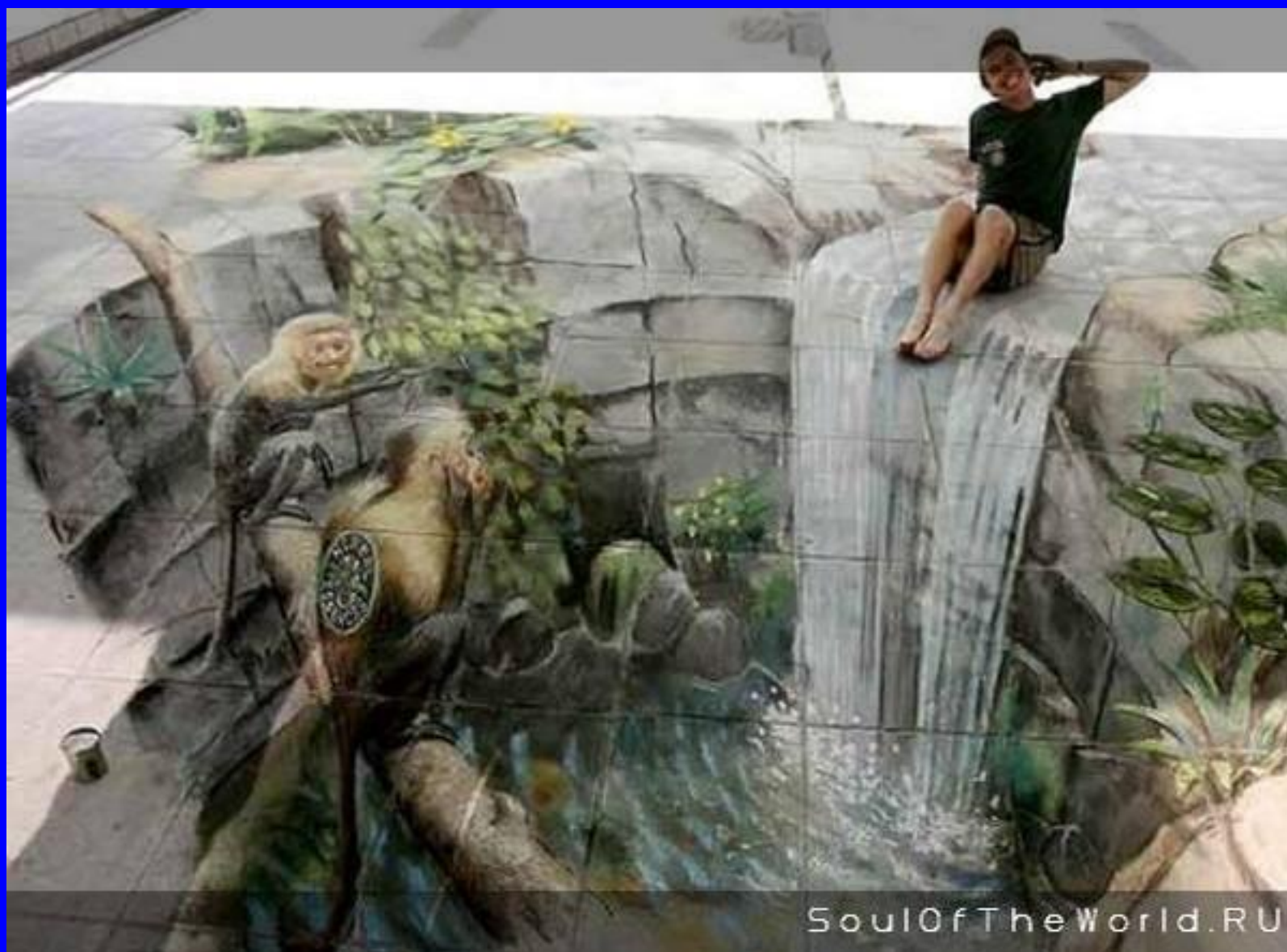
Иллюзия объема



Иллюзия объема



Иллюзия объема



Иллюзия объема



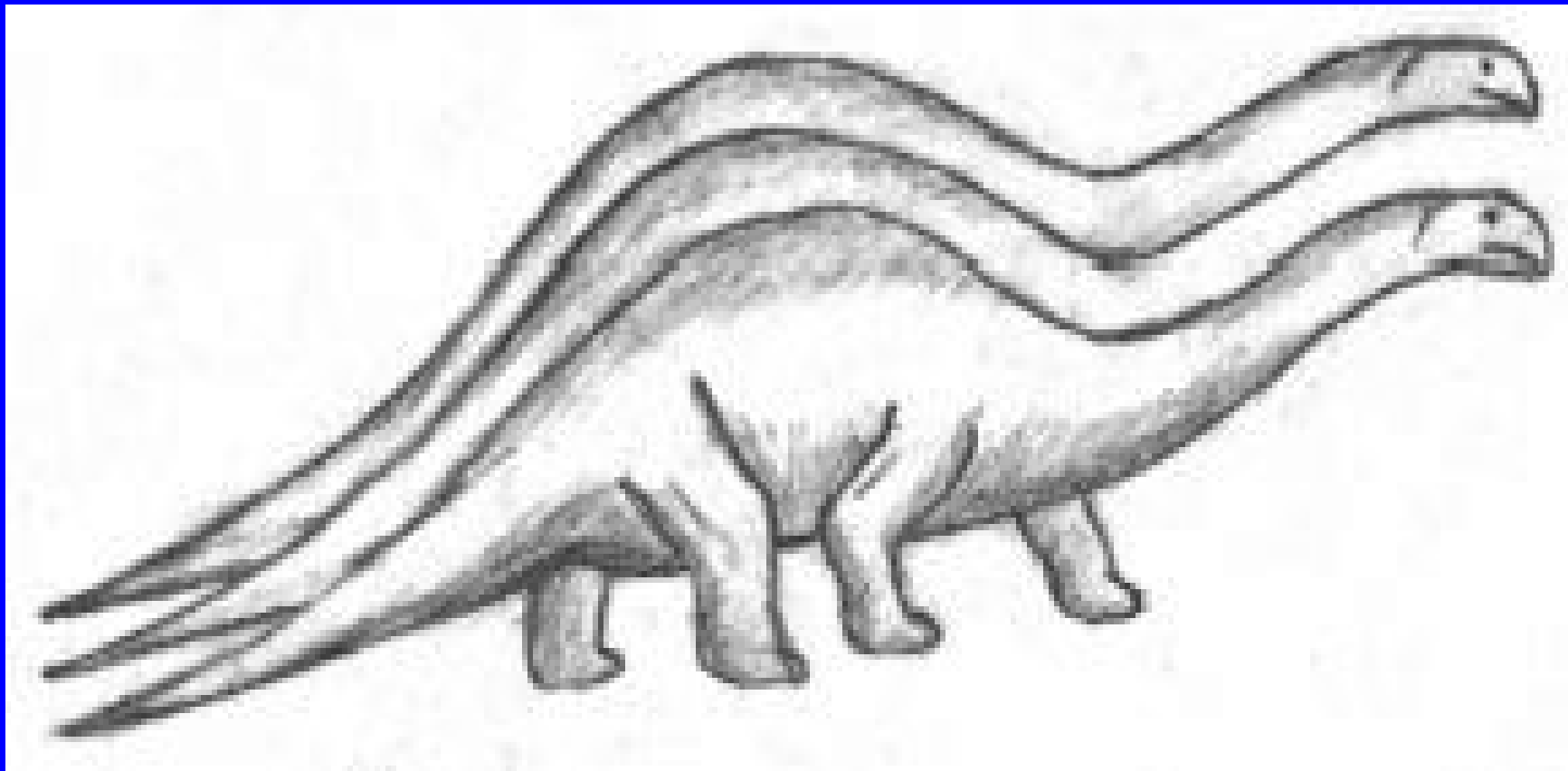
Иллюзия объема



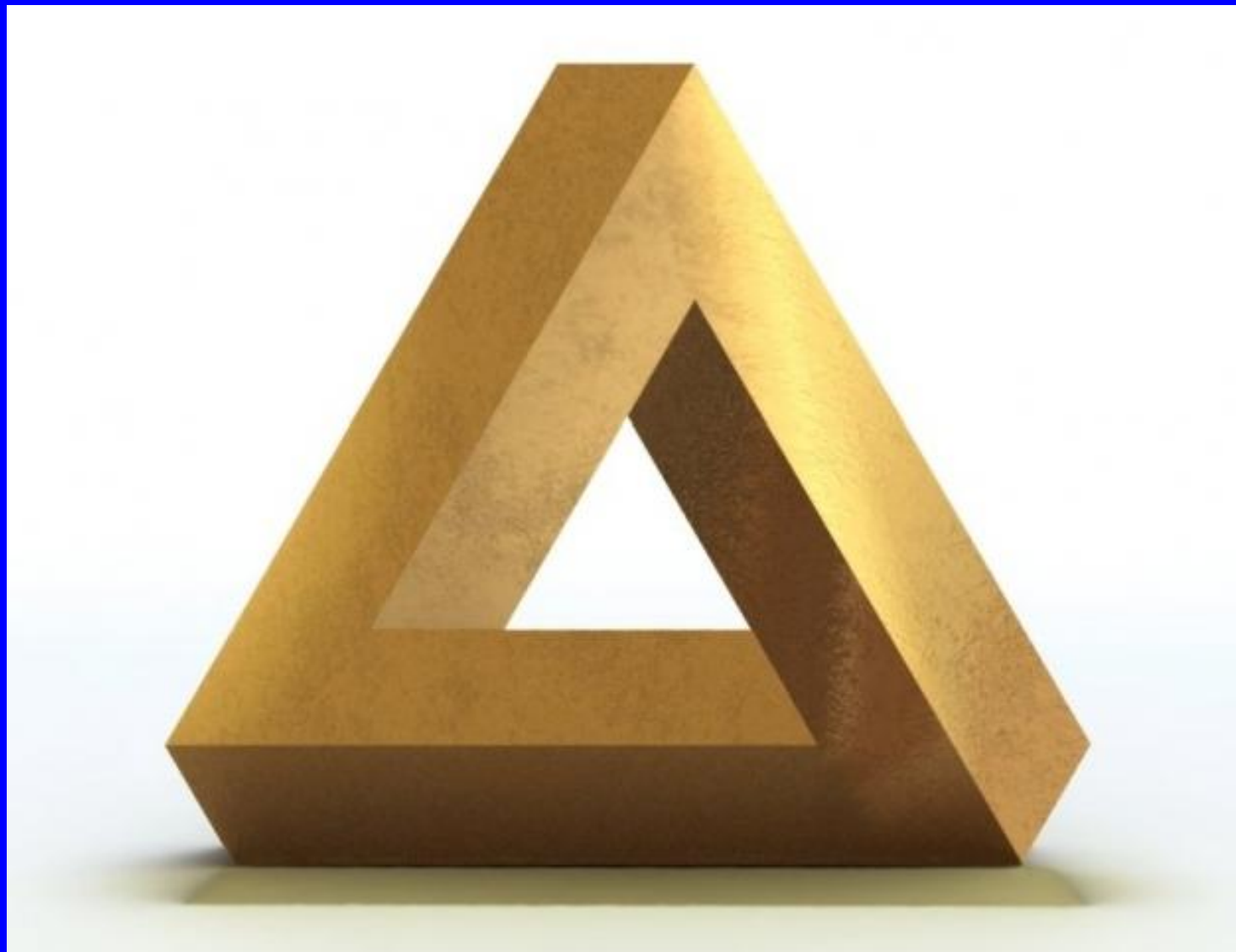
Иллюзия объема



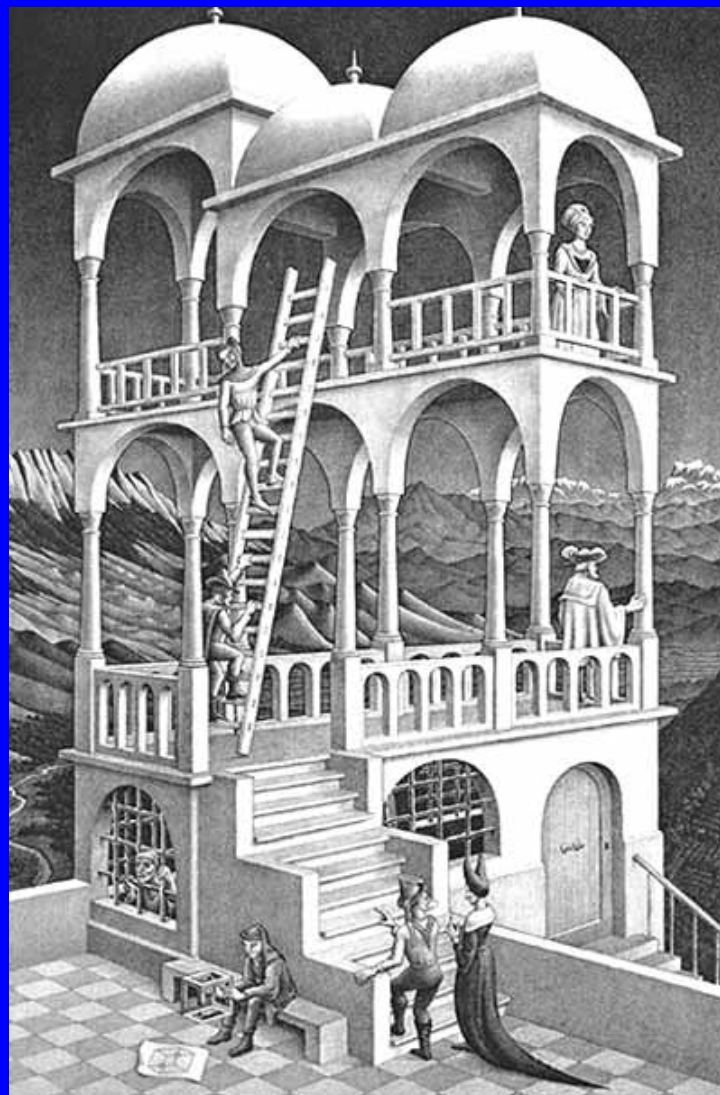
Невозможные фигуры – арт терапия



Невозможные фигуры



Невозможные фигуры



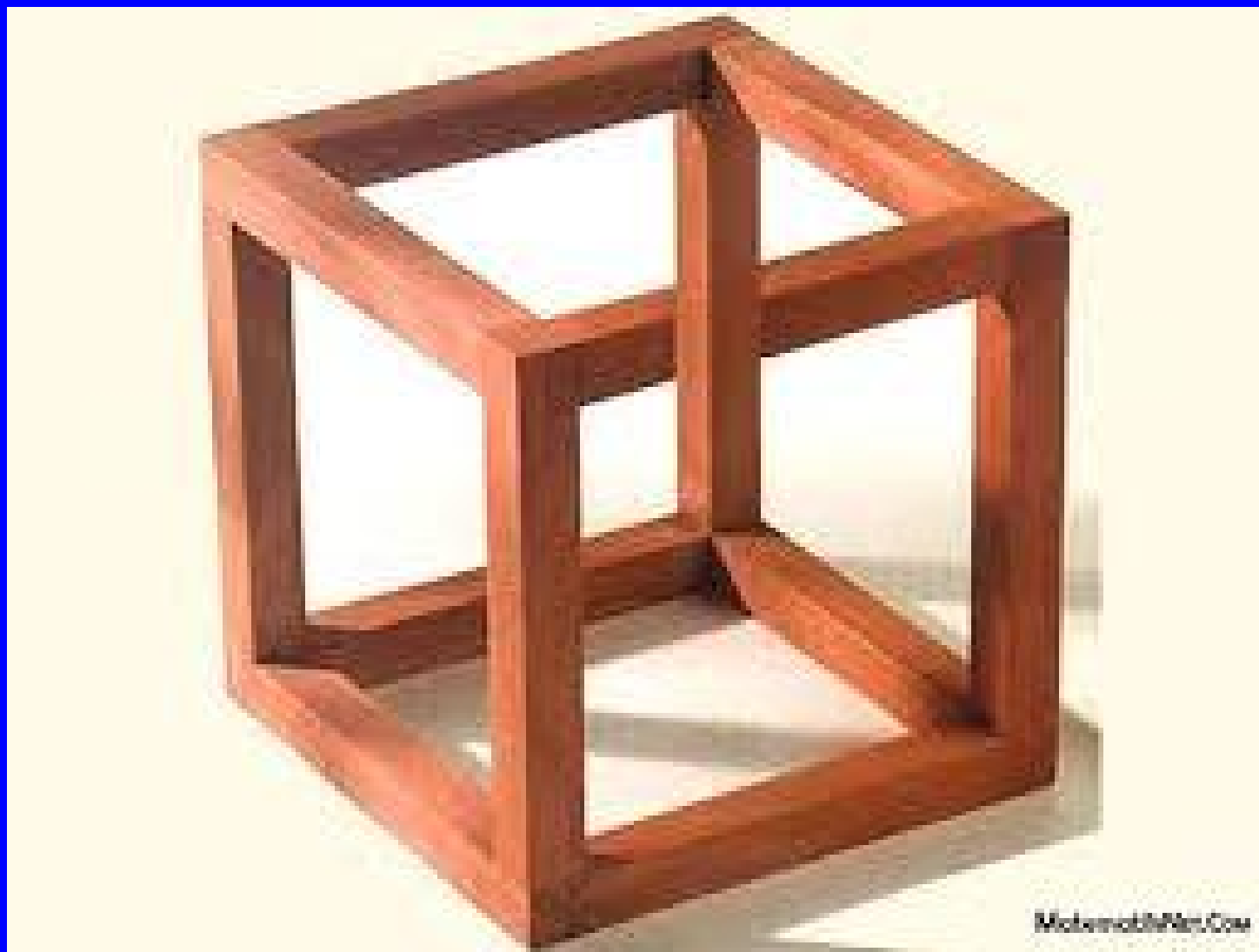
Мориц Эшер (*Maurits Escher*, 1898 – 1972)

Невозможные фигуры

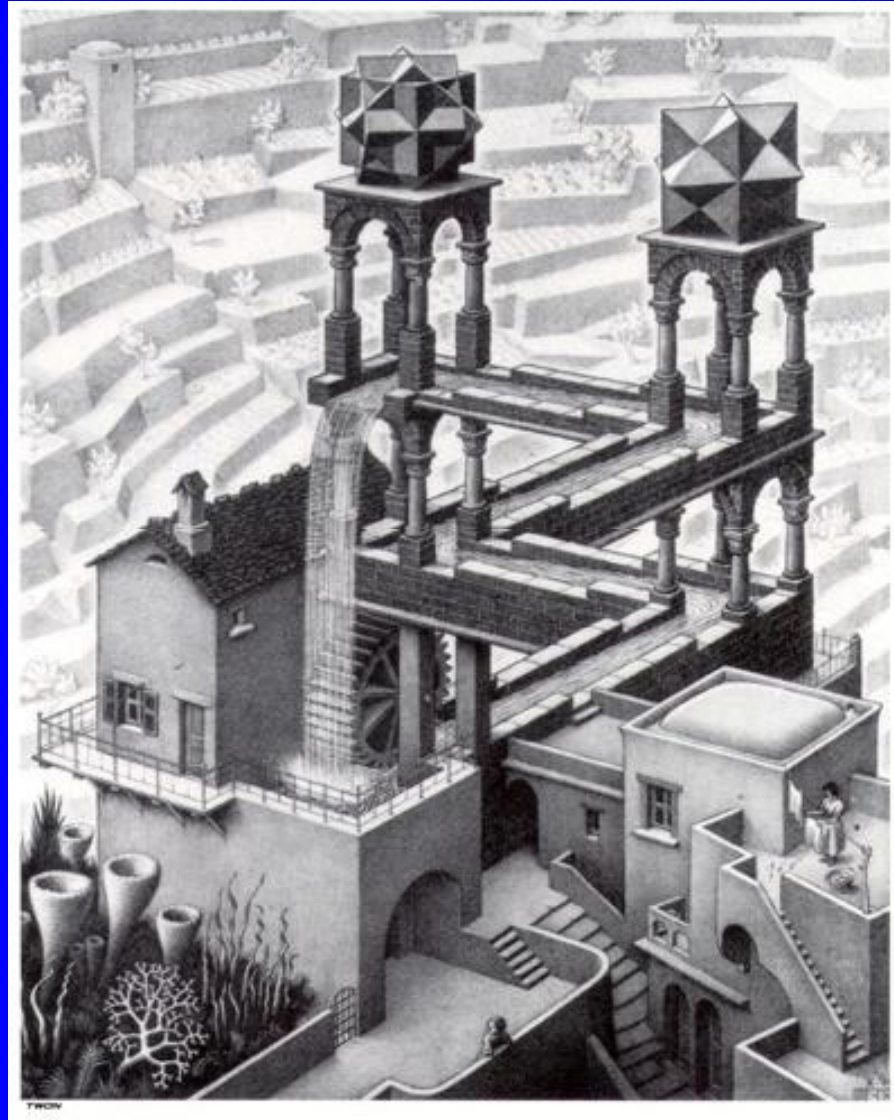


Мориц Эшер (Maurits Escher), Нидерланды, (1898–1972)

Невозможные фигуры

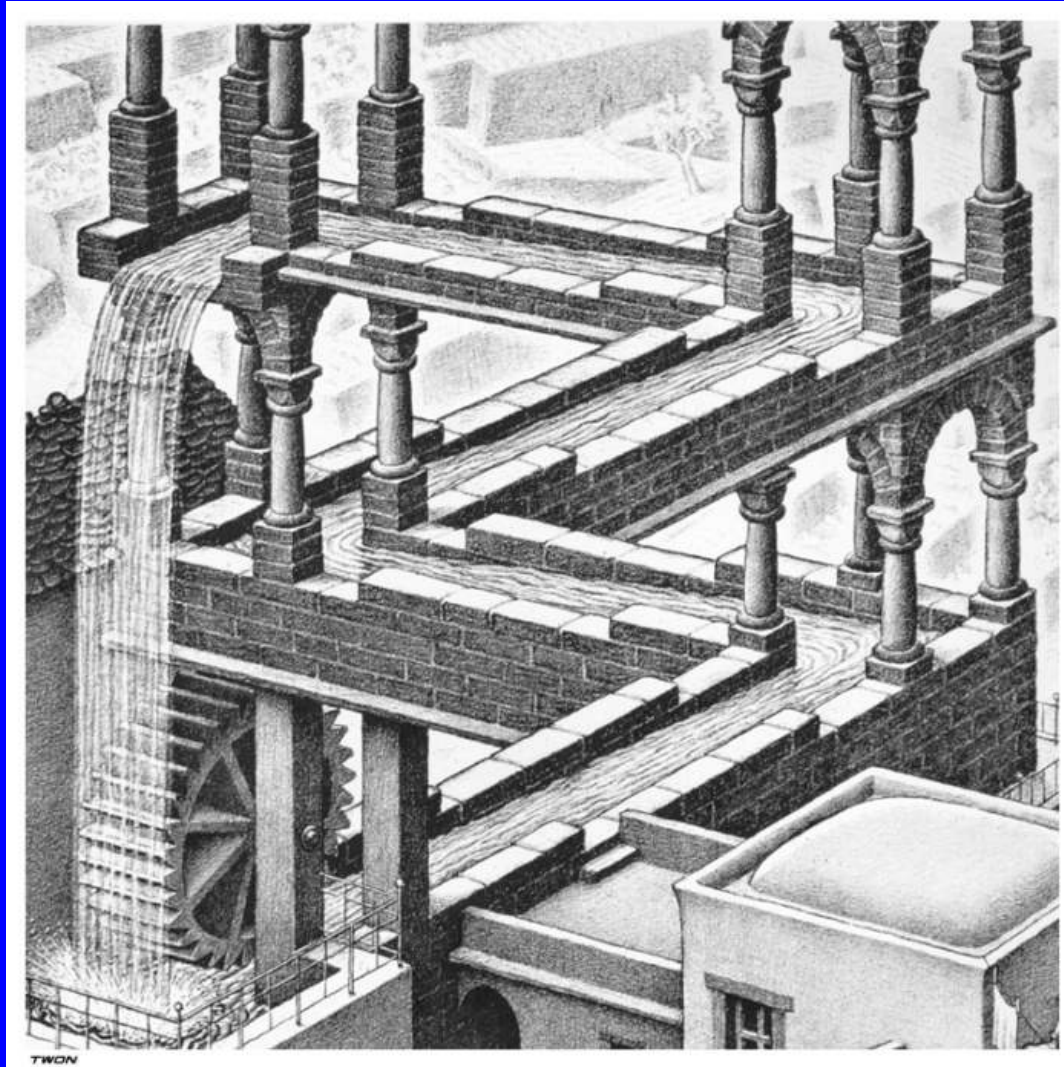


Невозможные фигуры



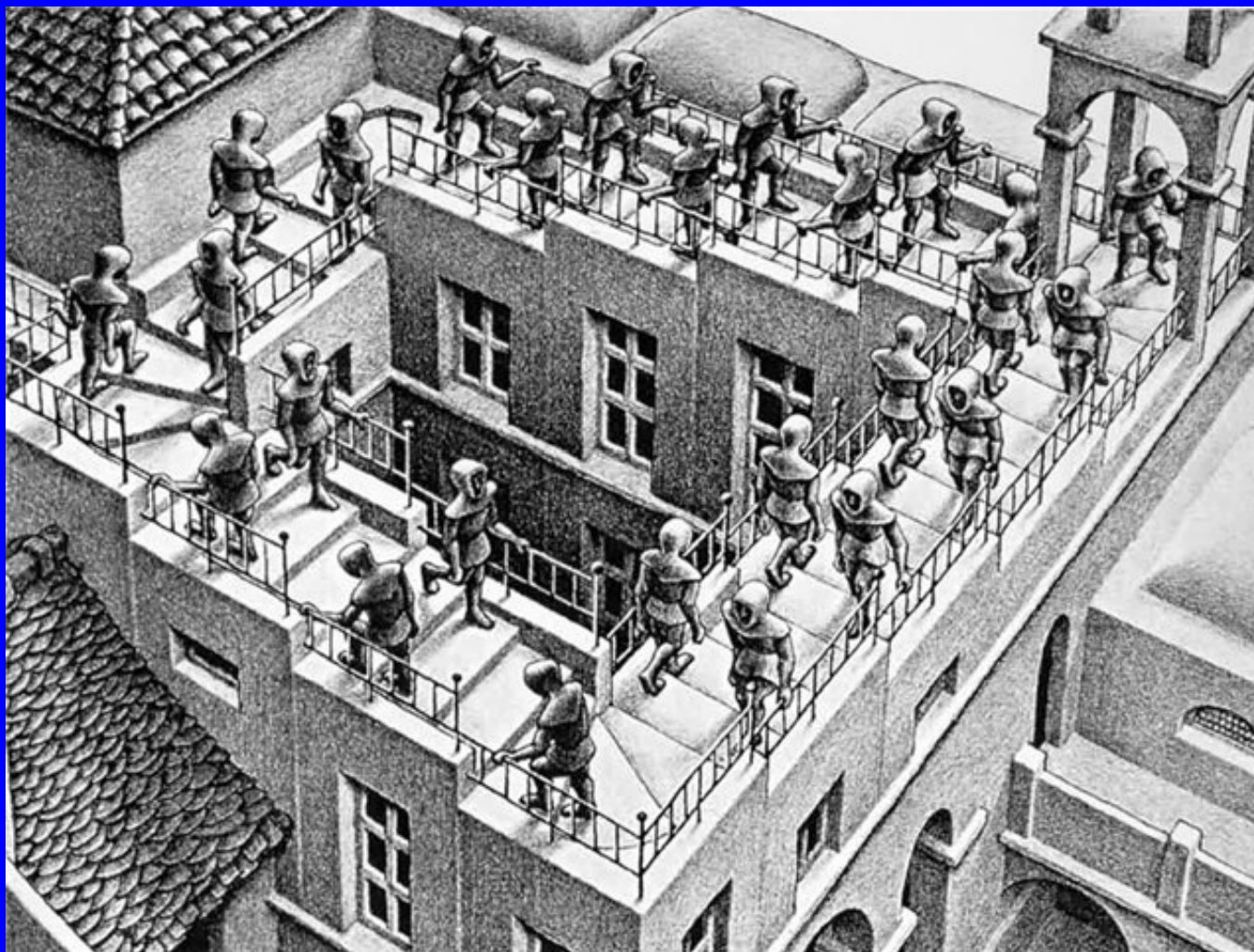
Мориц Эшер

Невозможные фигуры



Мориц Эшер

Невозможные фигуры



Мориц Эшер

Невозможные фигуры



Невозможные фигуры



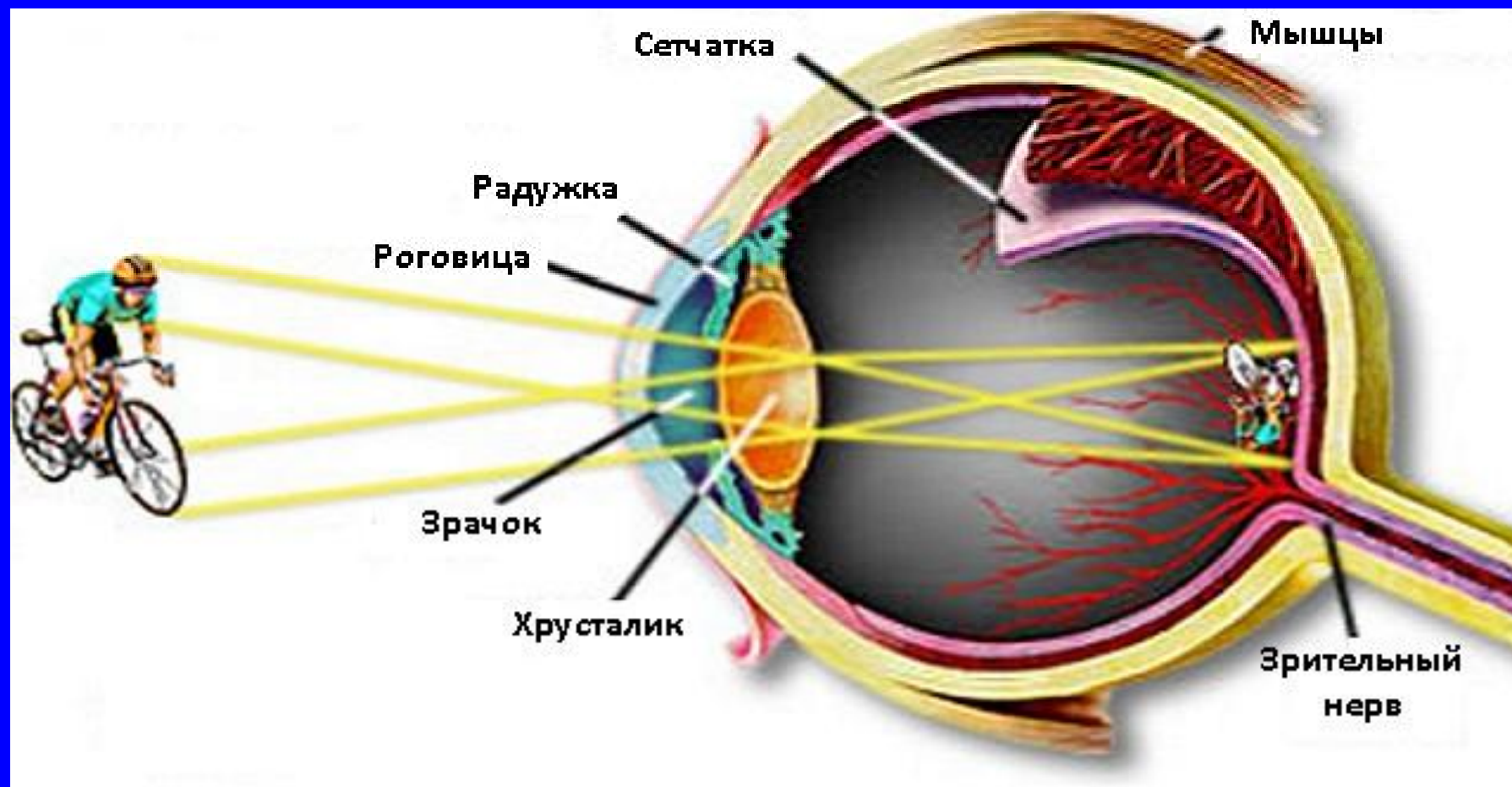
Невозможные фигуры



Невозможные фигуры



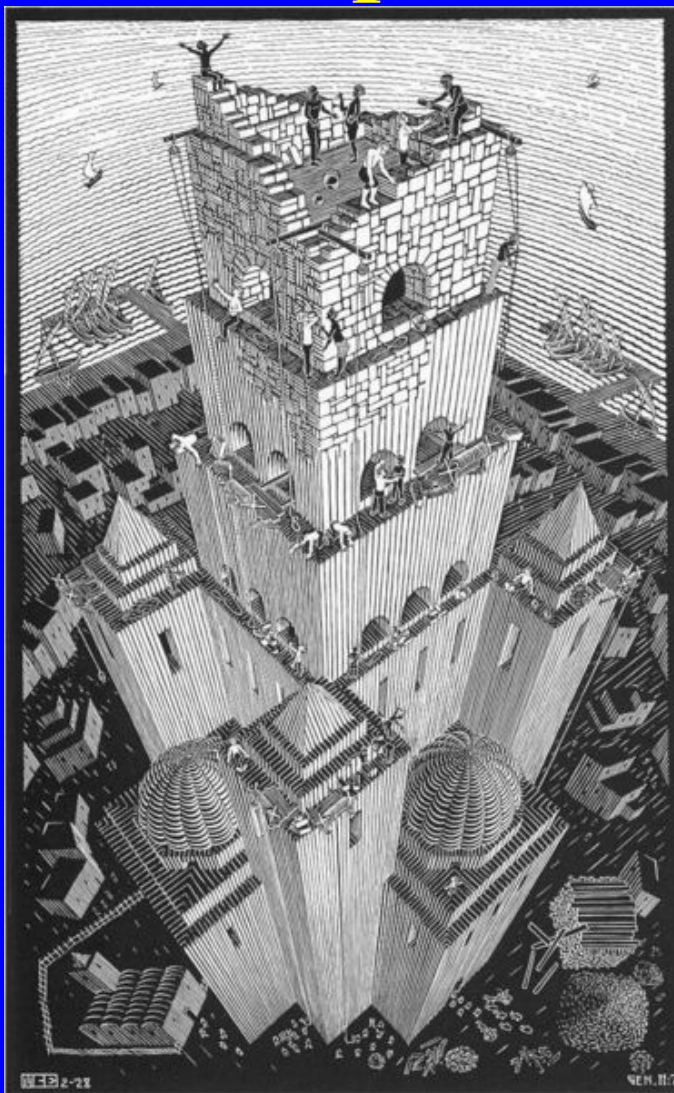
Плоская сетчатка



Иллюзия перспективы

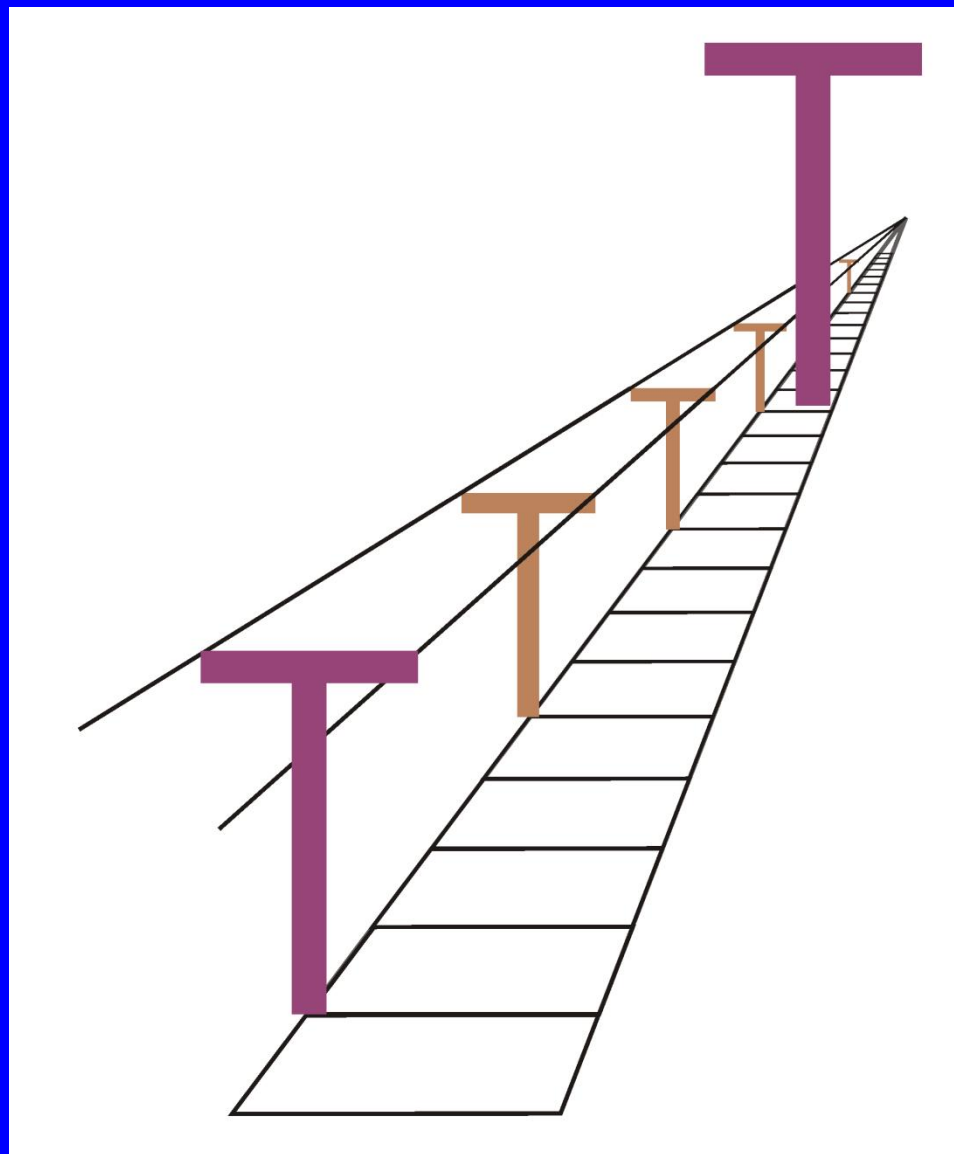


Иллюзия перспективы

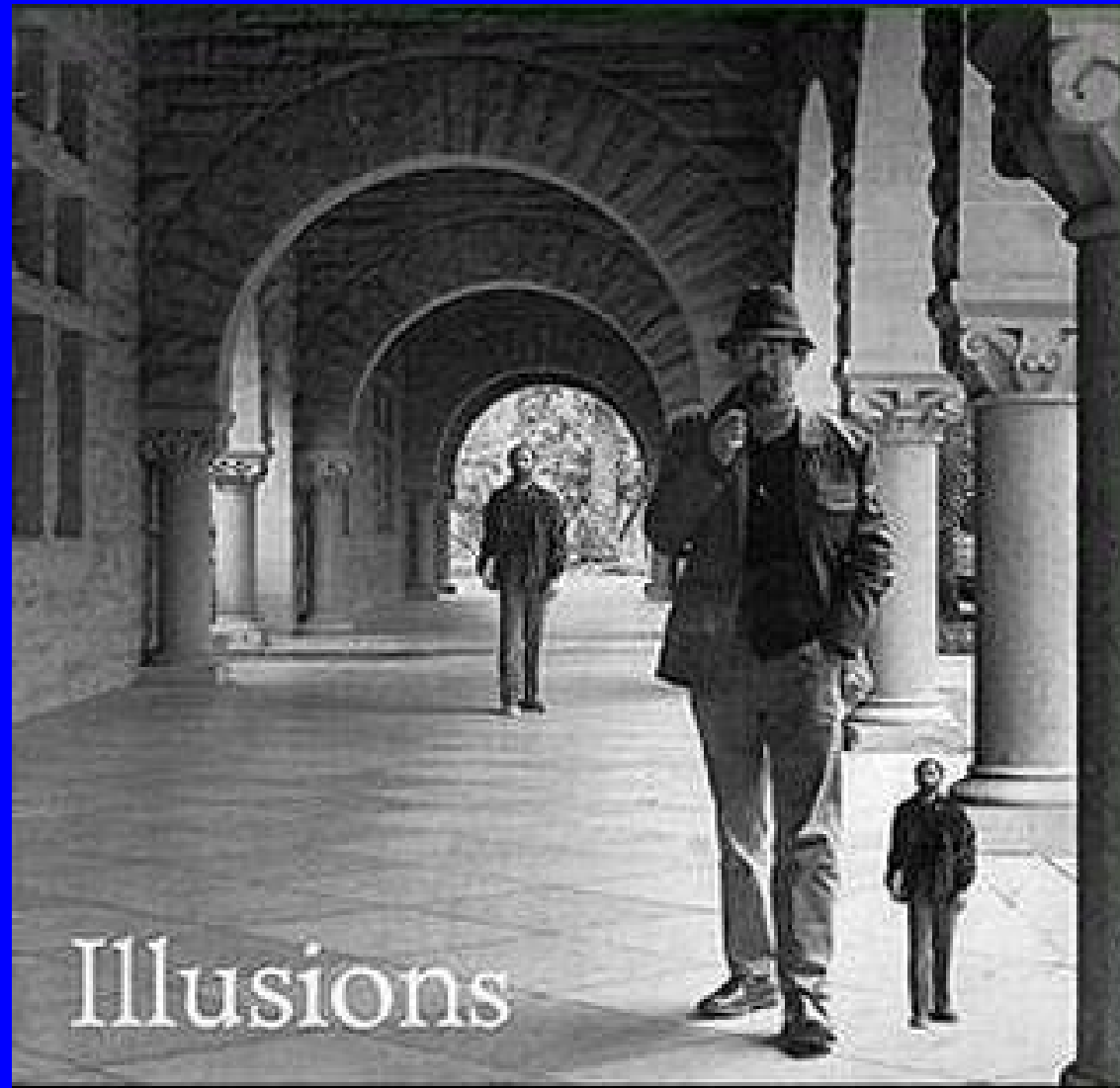


Мориц Эшер

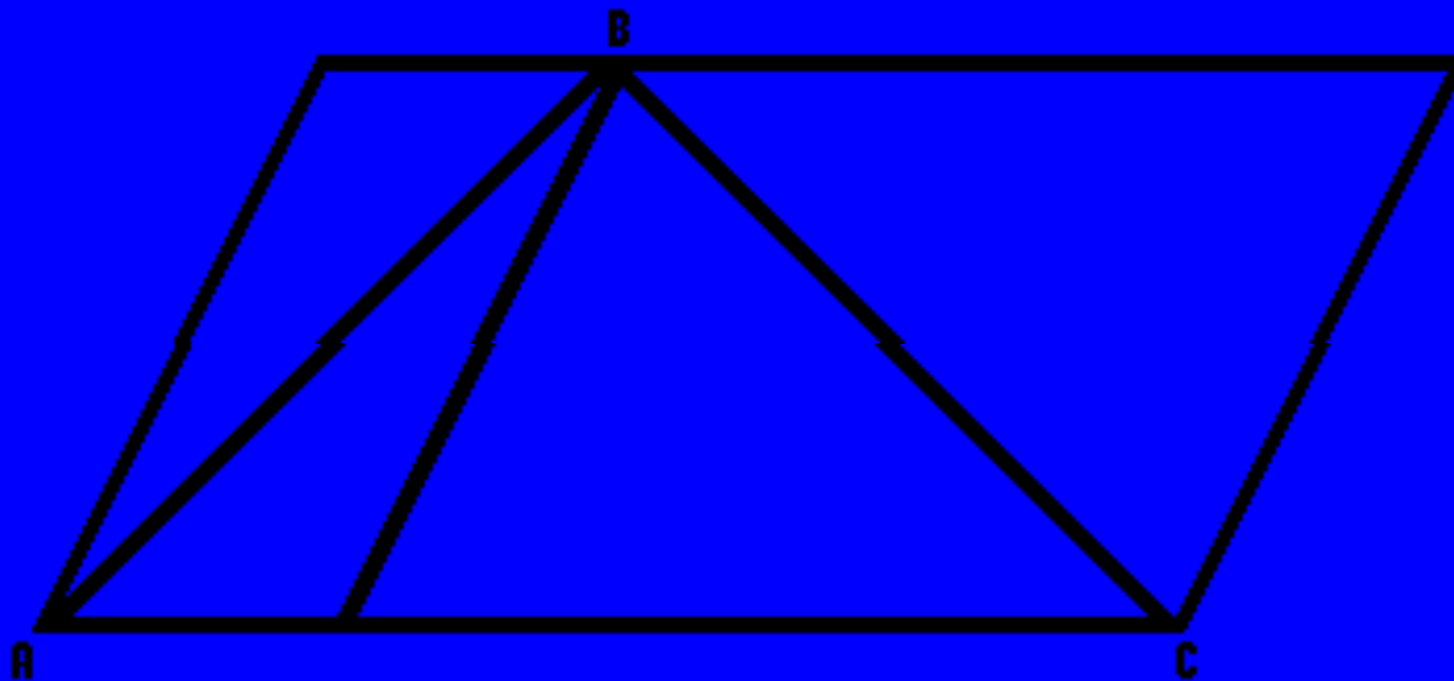
Иллюзия перспективы



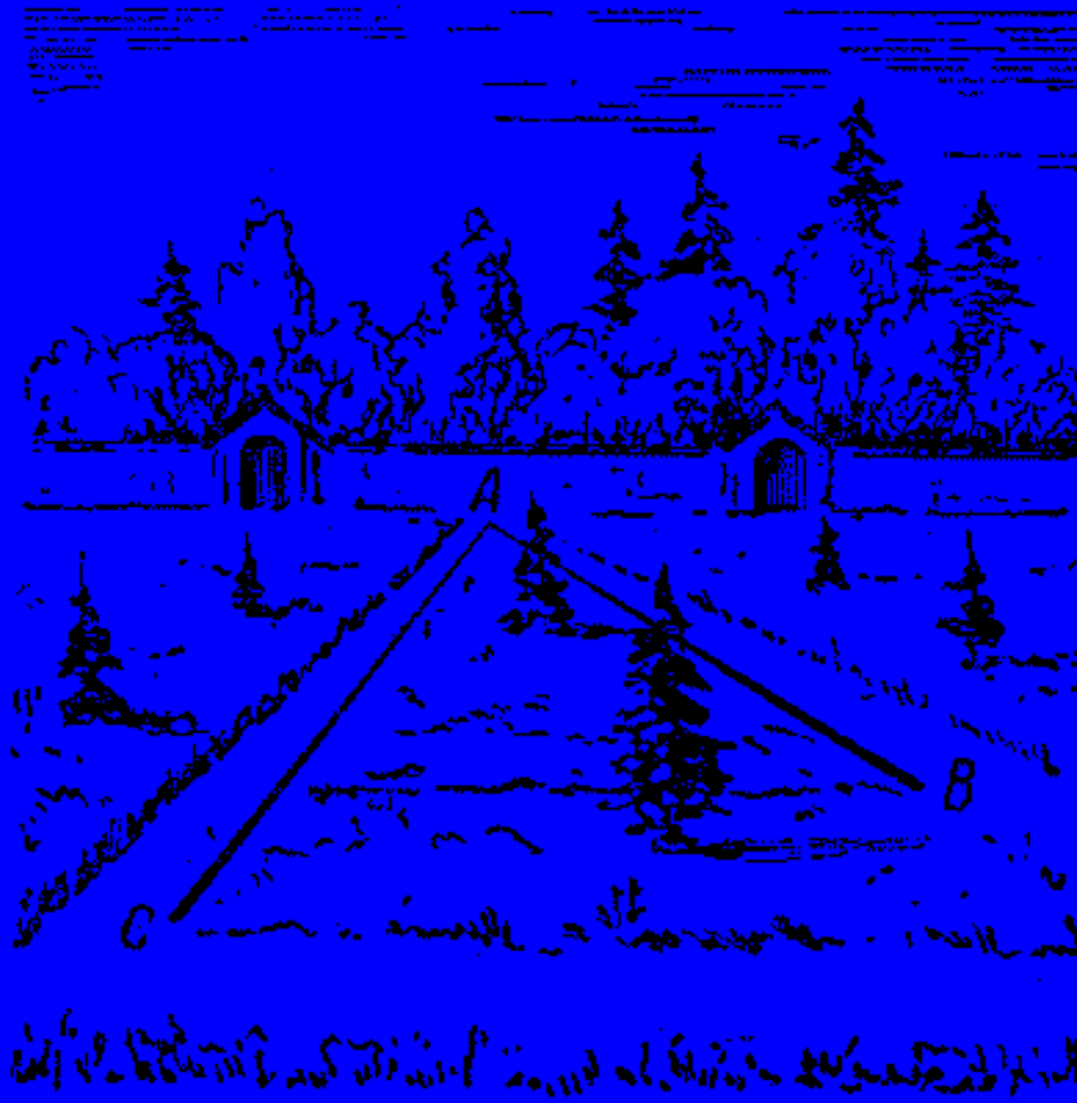
Иллюзия перспективы



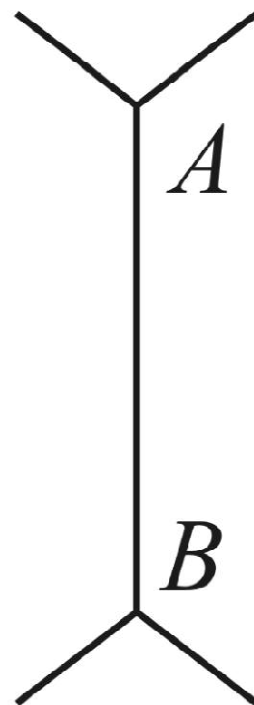
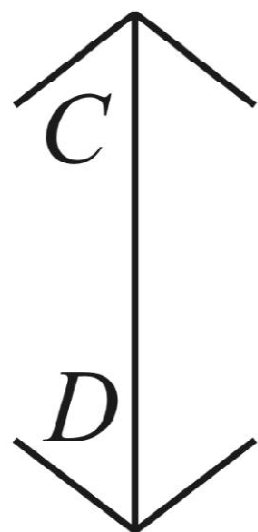
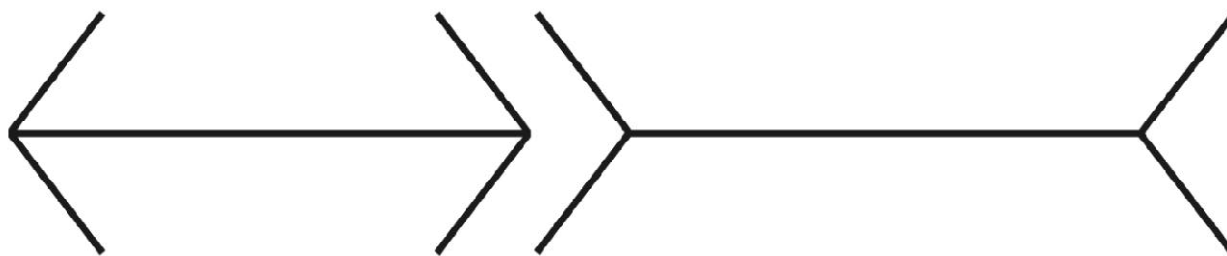
Иллюзия перспективы



Правильный вопрос – правильный ответ



Иллюзия Лайме



Иллюзия перспективы



Иллюзия перспективы

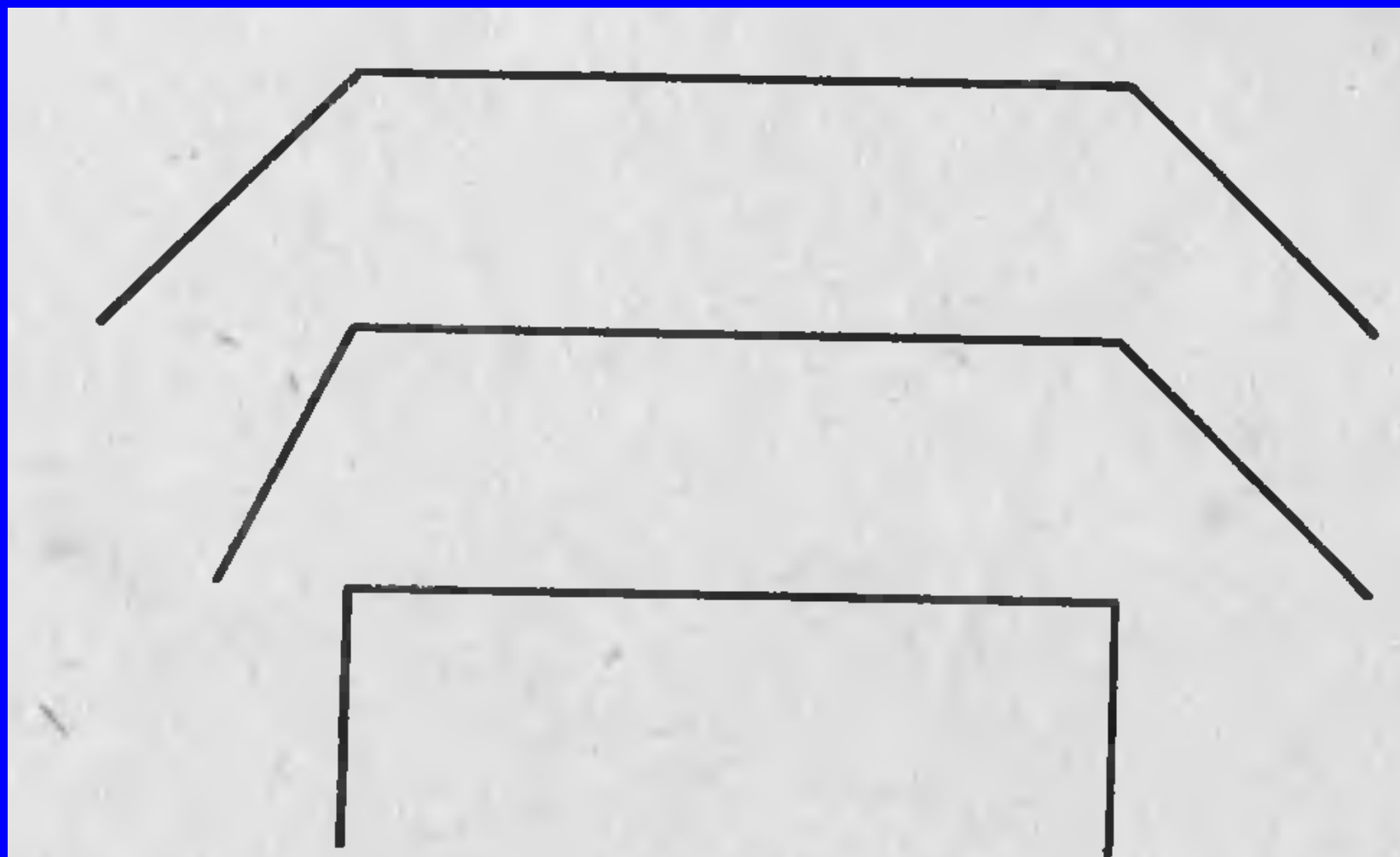
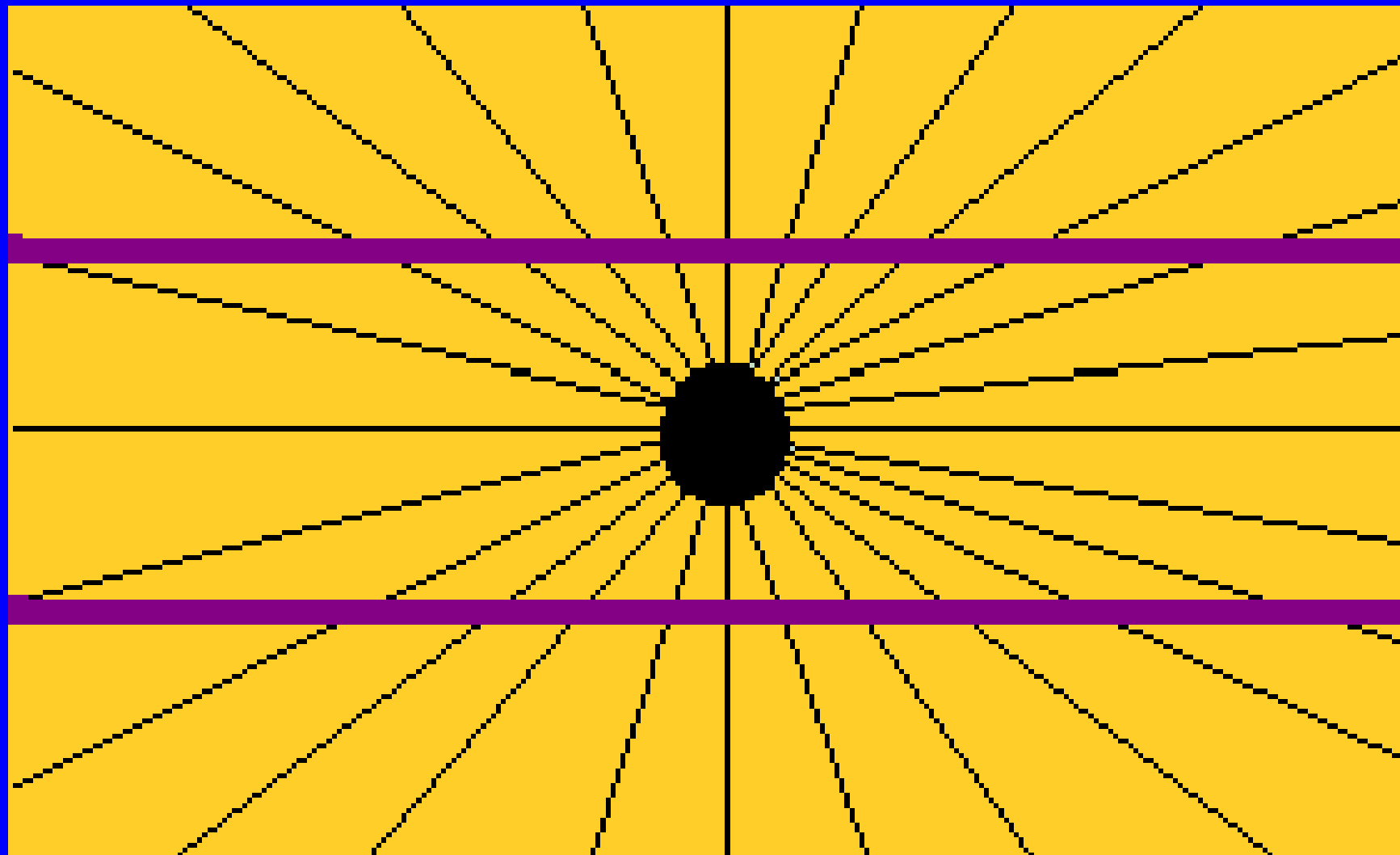
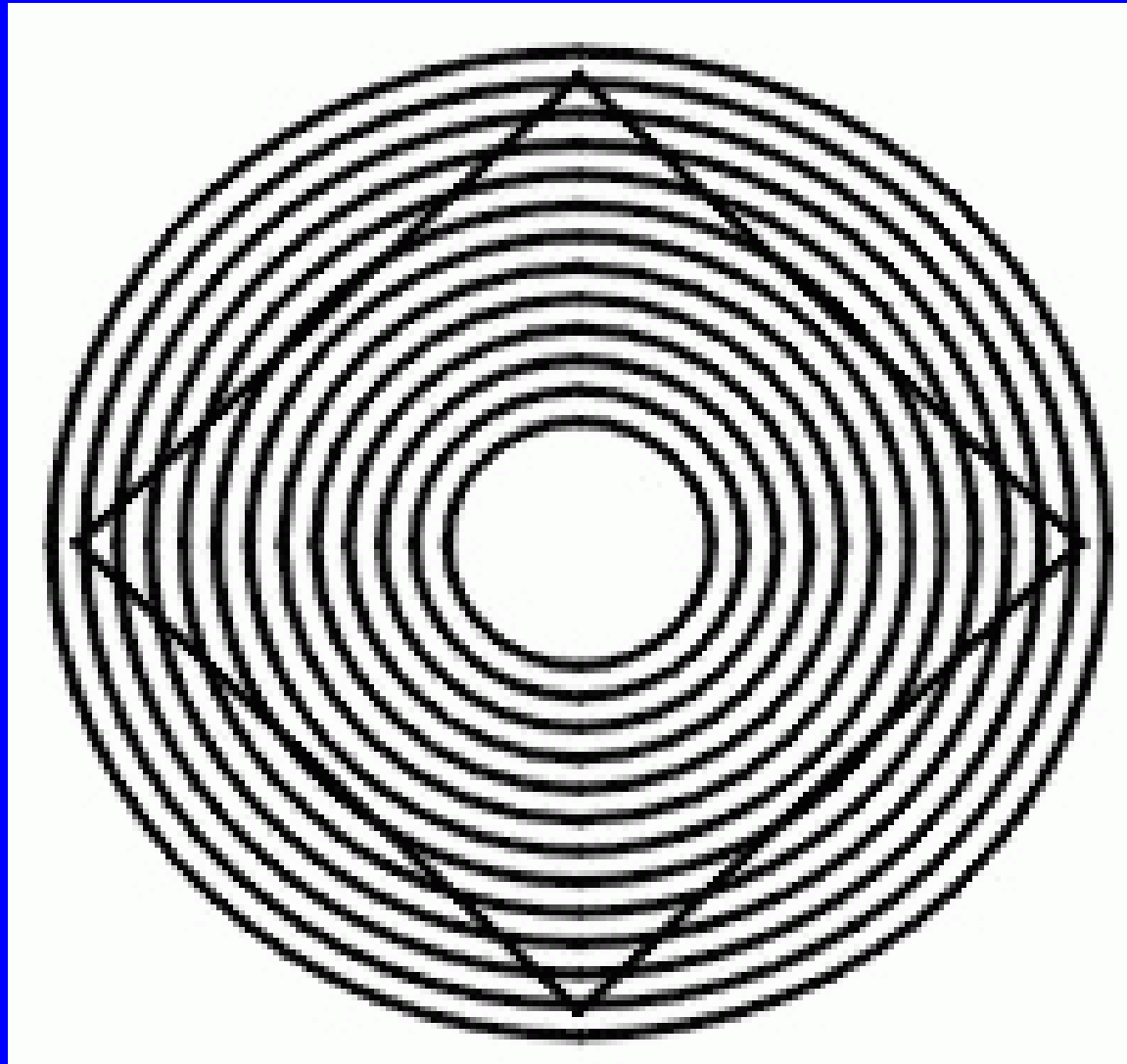


Рис. 16. Влияние угла расхождения на концах на длину горизонтальных линий.

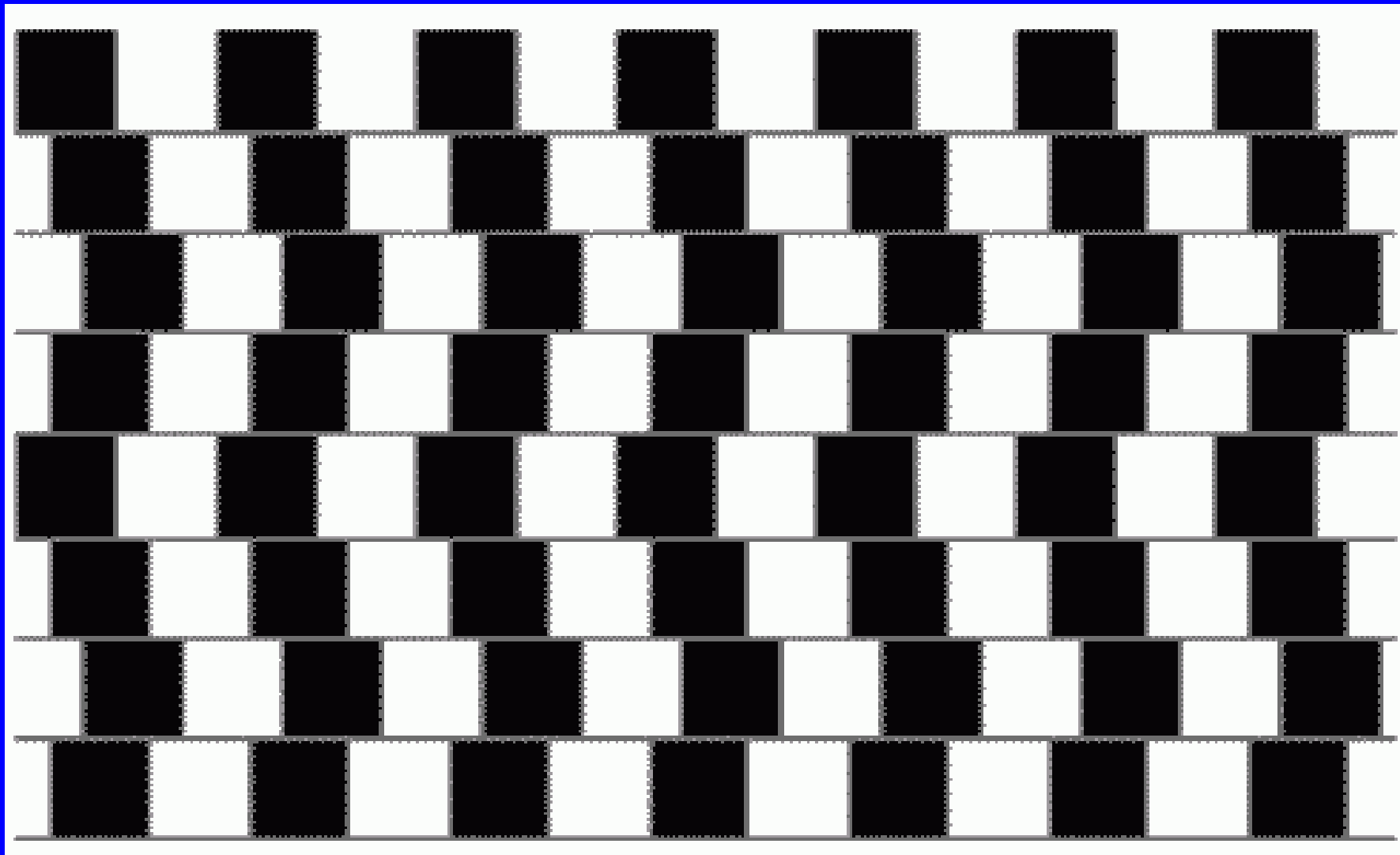
Иллюзия перспективы



Иллюзия перспективы



Иллюзия перспективы



Иллюзия перспективы в архитектуре



Кафе в Бристоле

Иллюзия перспективы

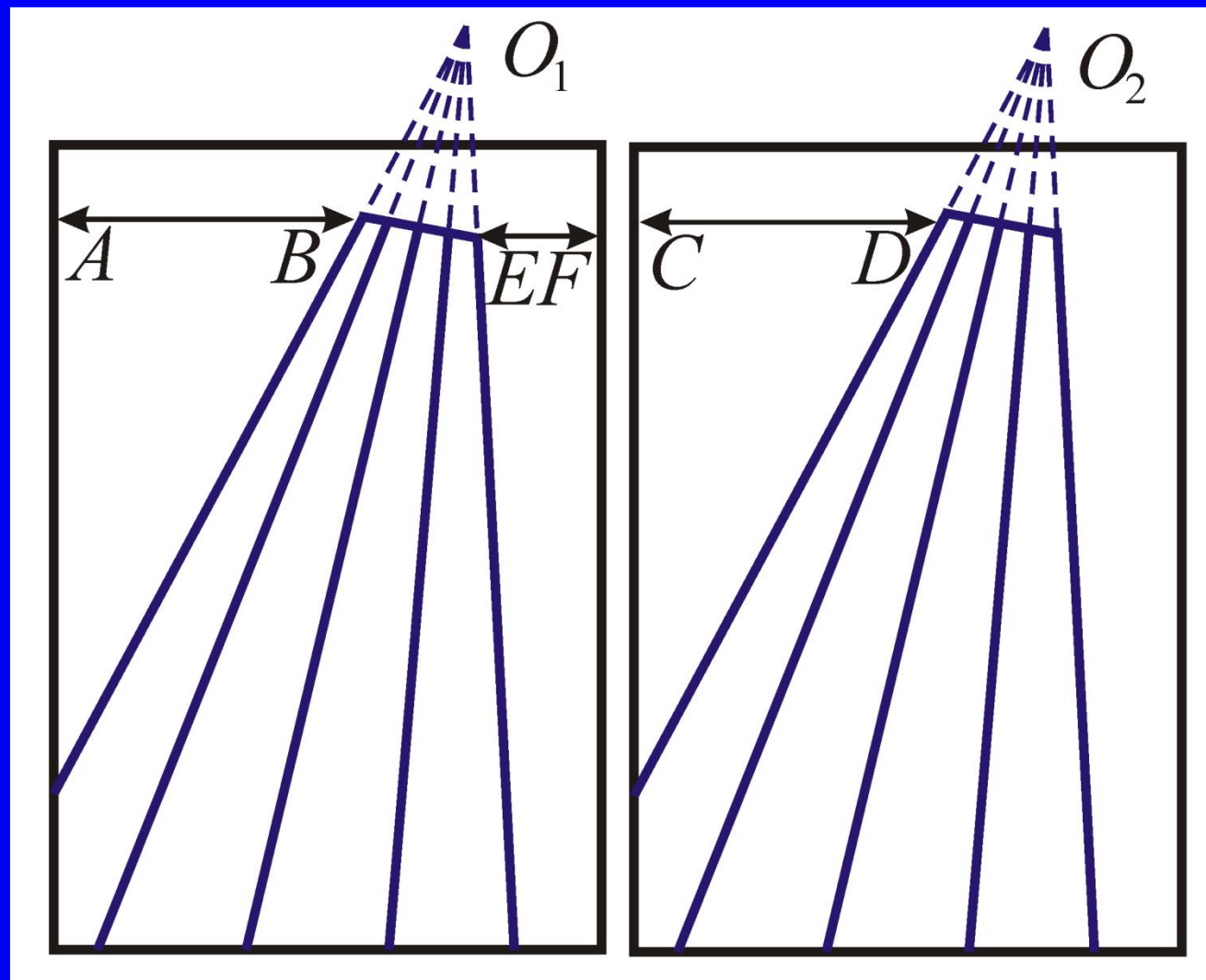


Мельбурн, здание таможи

Иллюзия перспективы



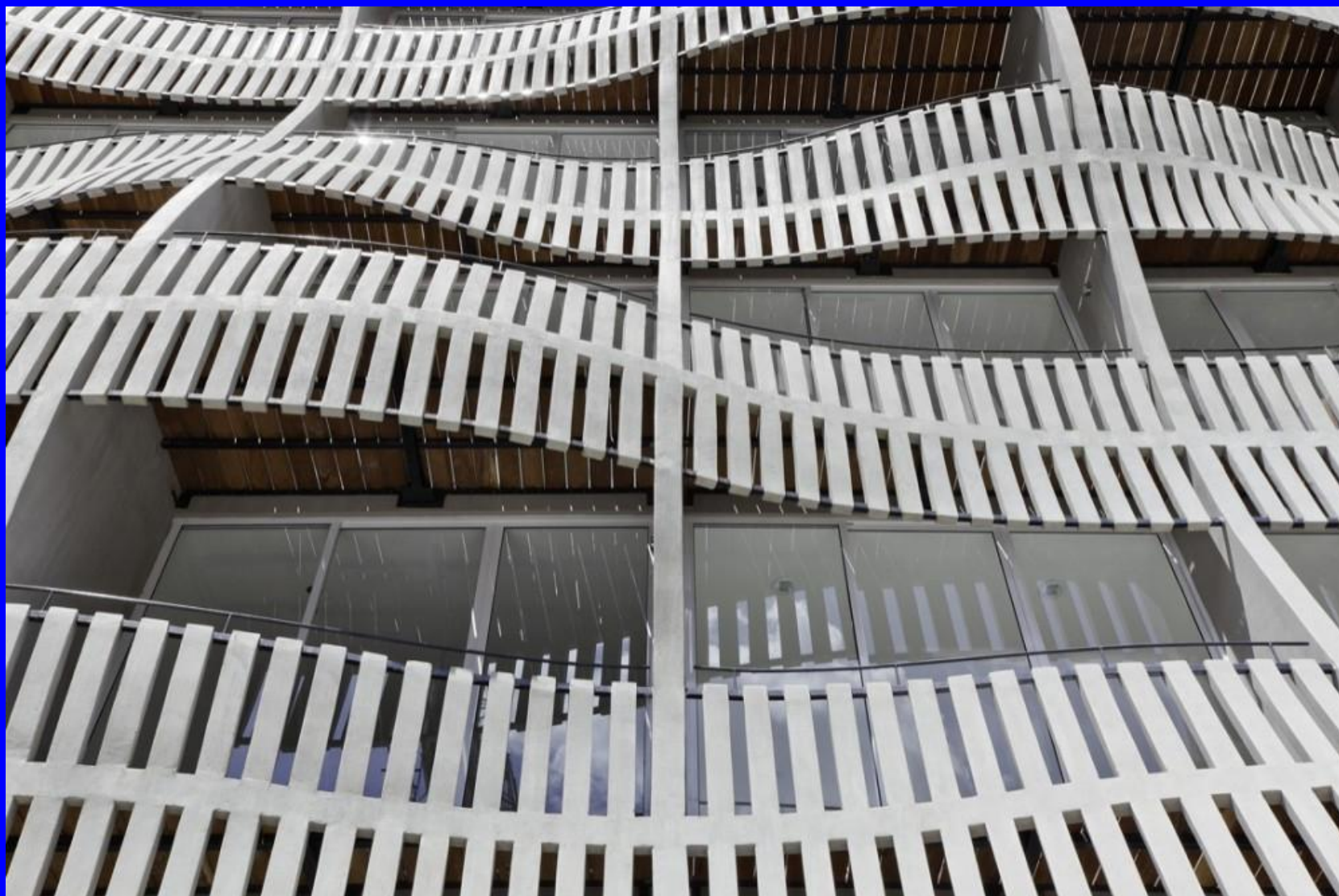
Иллюзия перспективы



Иллюзия перспективы



Иллюзия перспективы



Комната Эймса



Комната Эймса



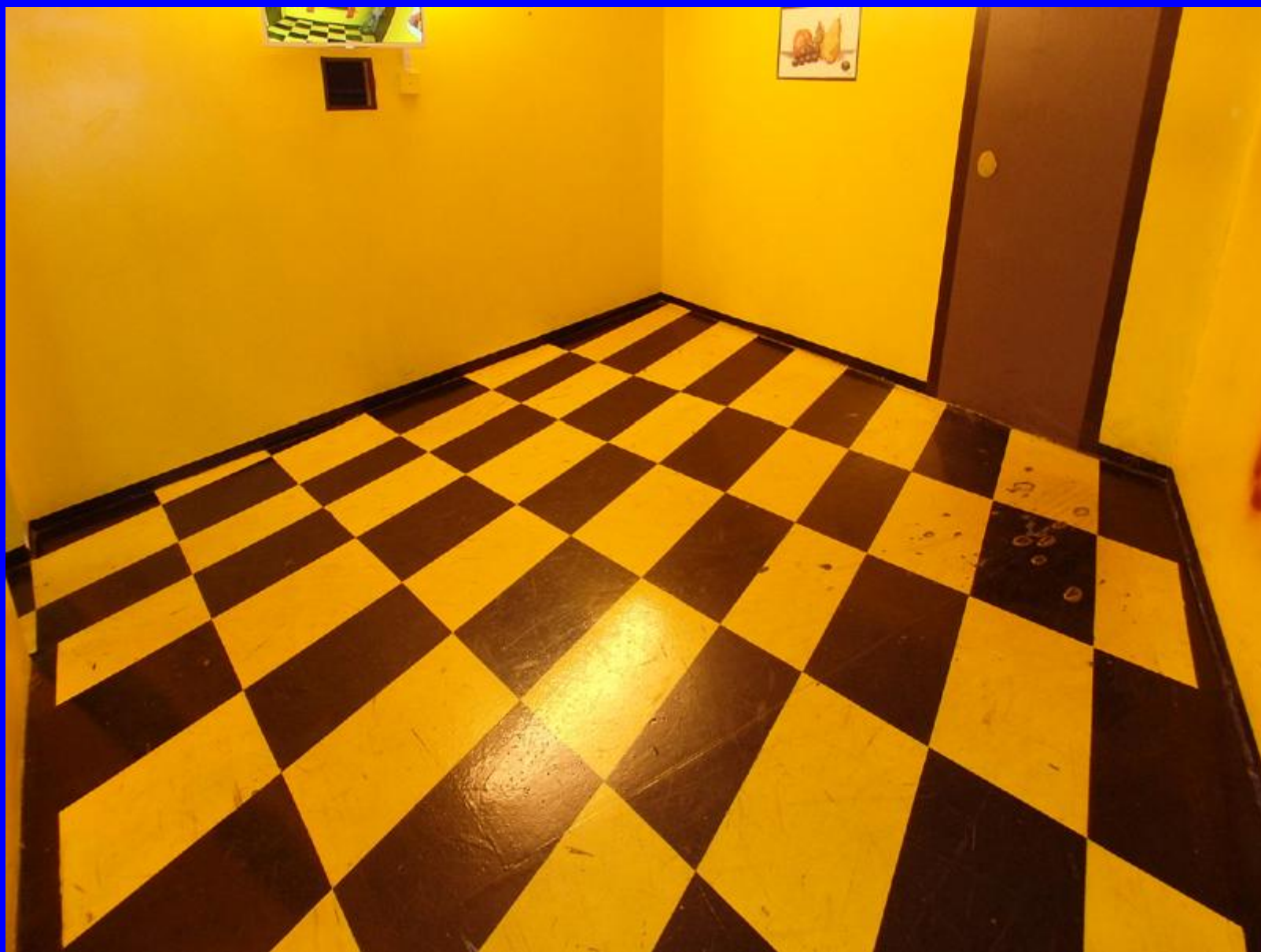
Комната Эймса



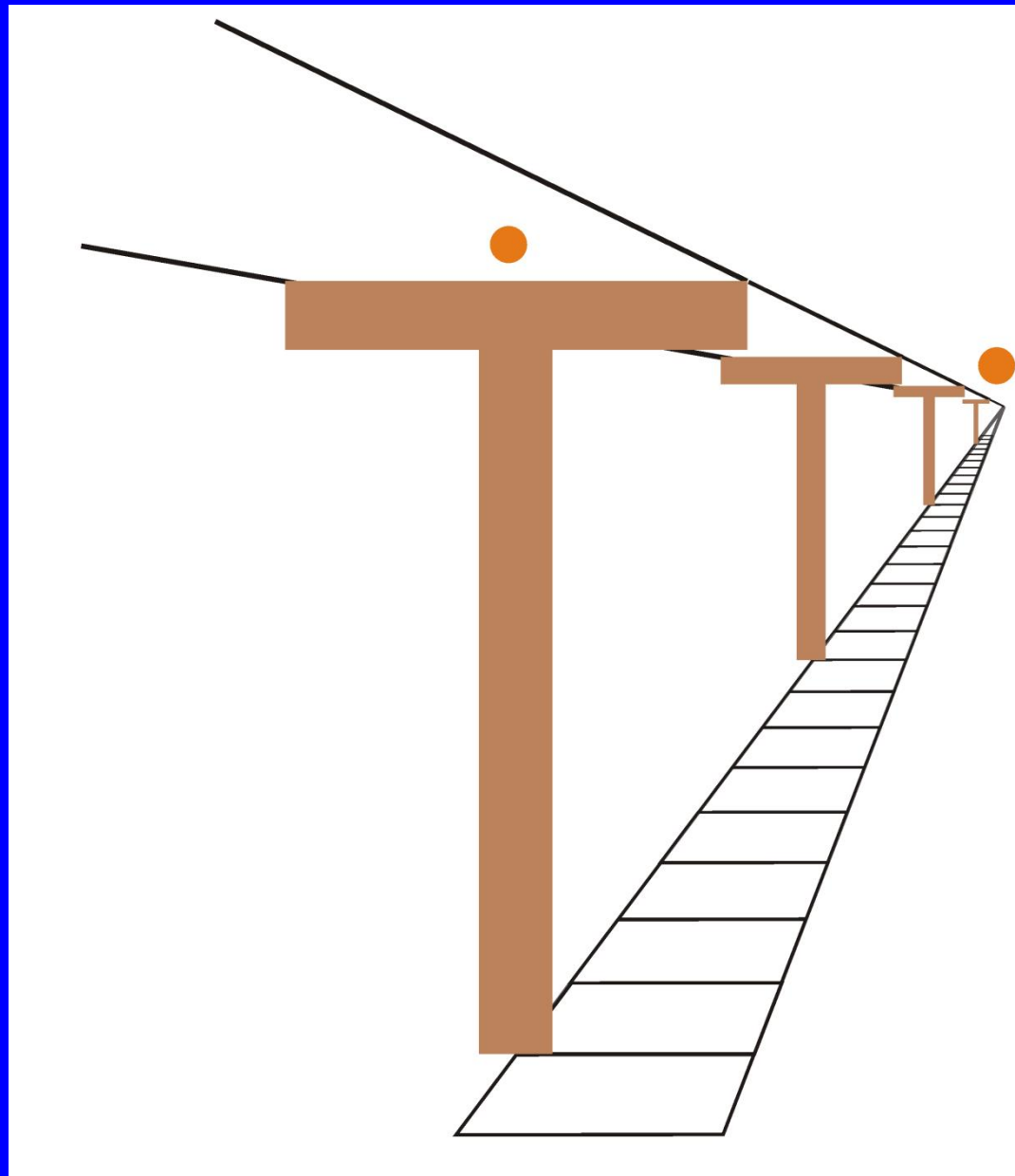
Комната Эймса



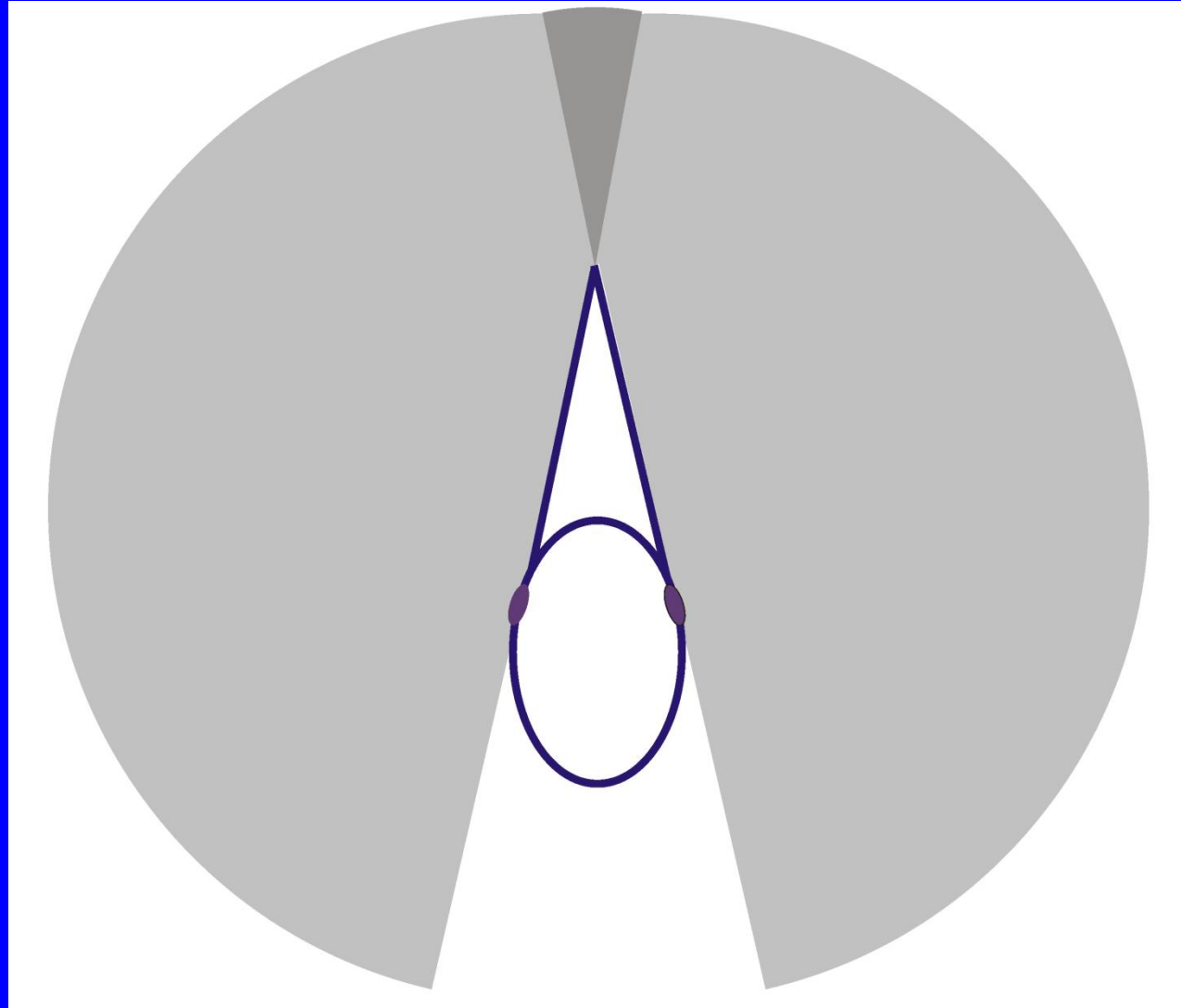
Комната Эймса изнутри



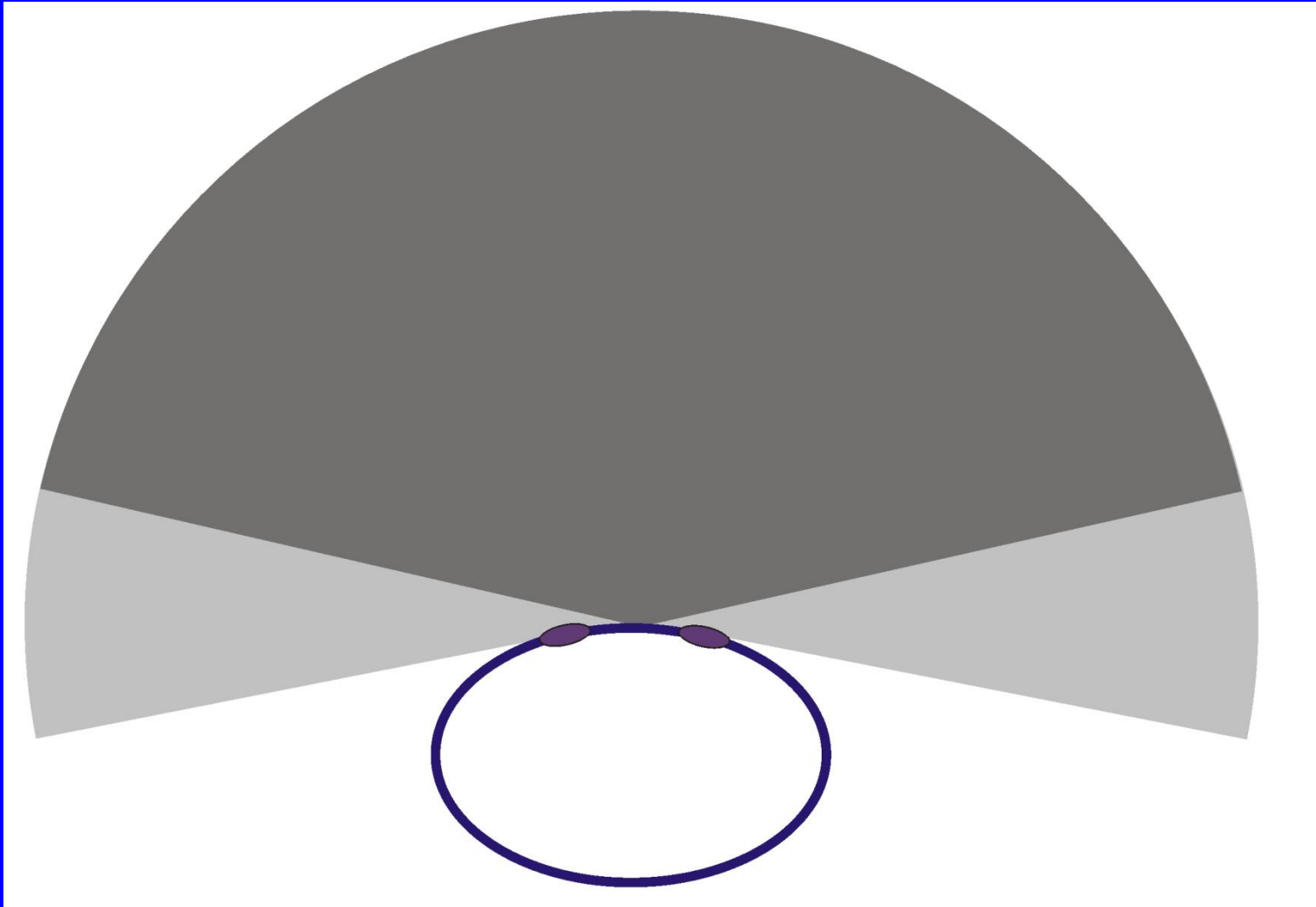
Иллюзия Луны



Бинокулярное зрение



Бинокулярное зрение

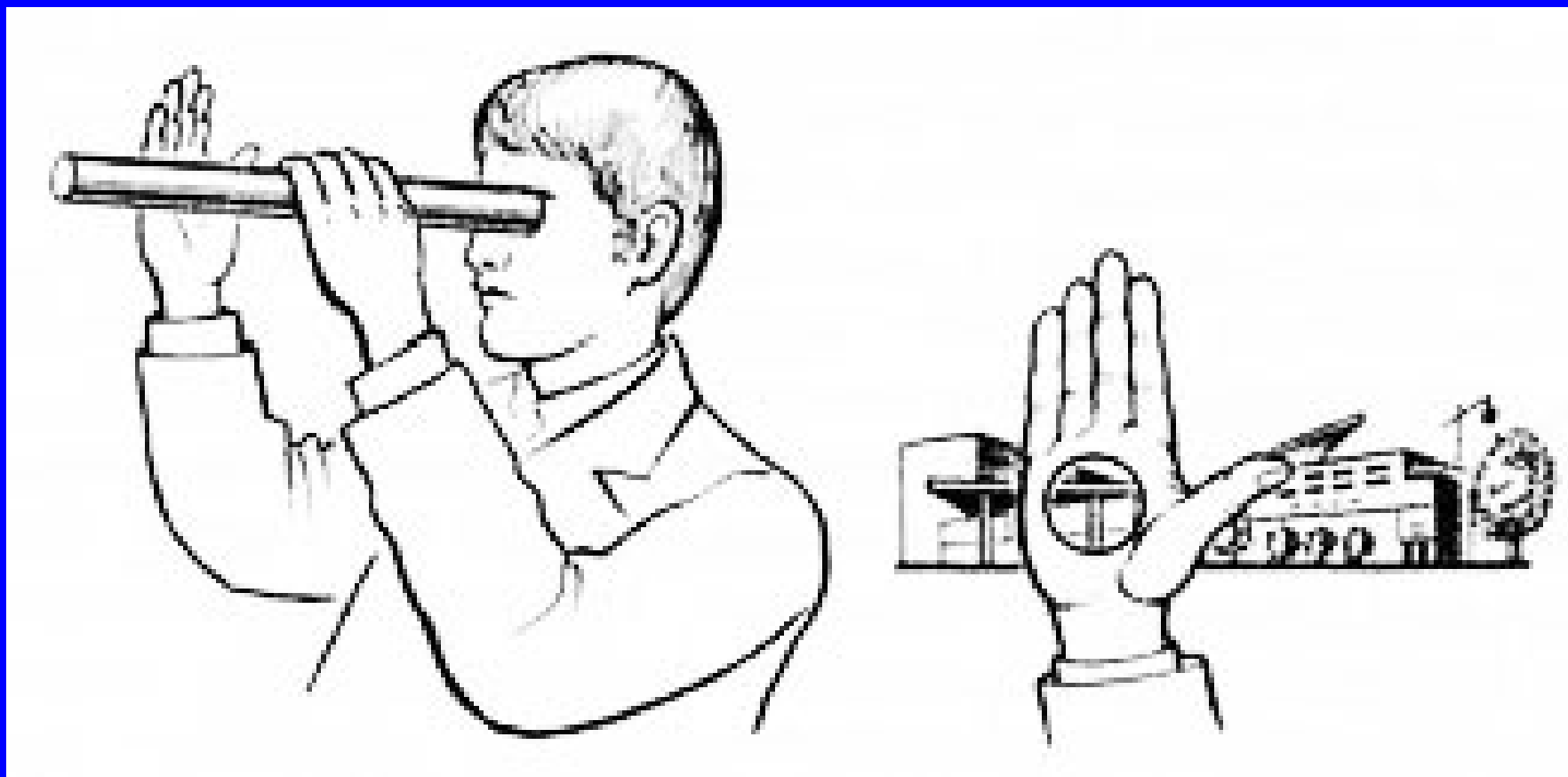


Биноккулярное зрение

Преимущества

- Объемное видение
- Измерение расстояний
(в пределах нескольких метров)
- Слепое пятно
- Наблюдение в засаде

Биноккулярное зрение



Иллюзия контраста

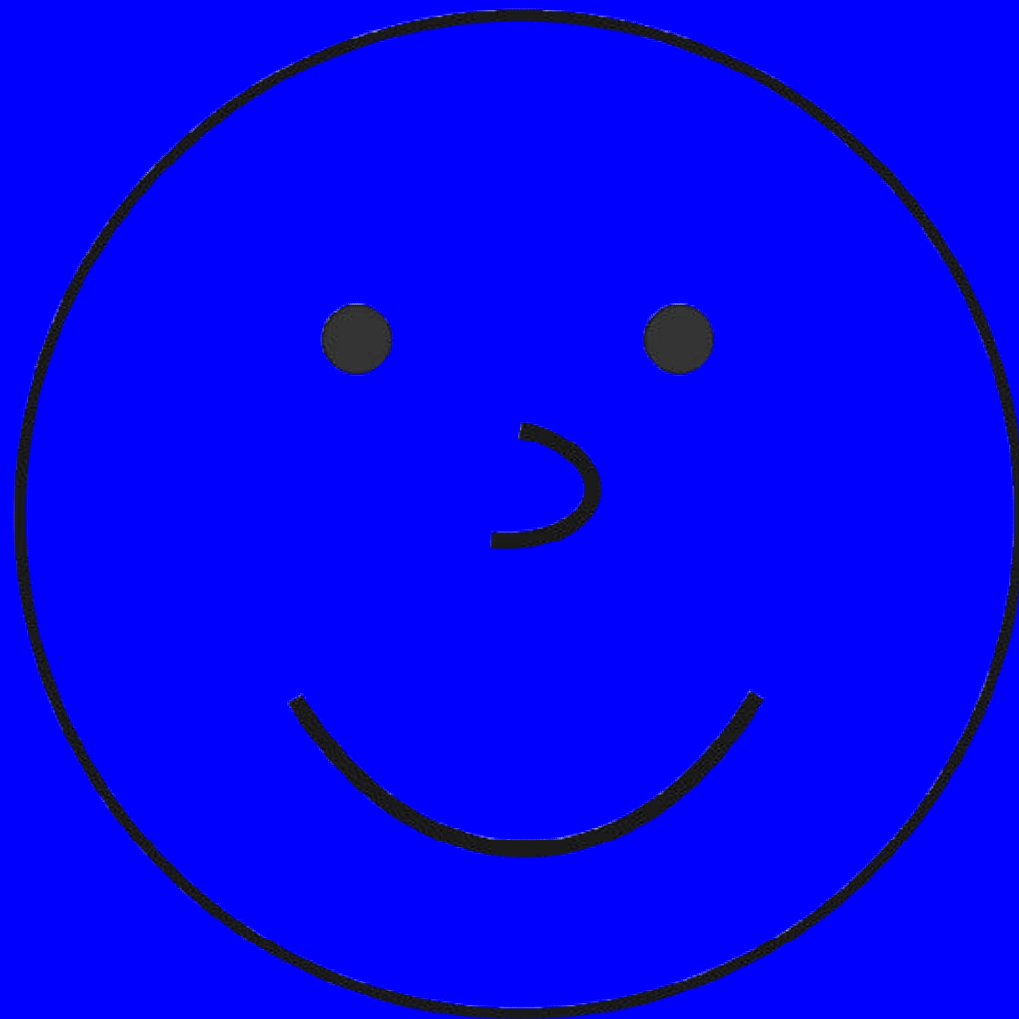
Х. Хартлайн, 1960-ые гг., США

Опыты с кошками

Рецепторы выделяют контуры и усиливают контрасты: полосы Маха



Распознавание образов



Распознавание образов

Х. Хартлайн, 1930-ые гг., США

Опыты с лягушками

Одни рецепторы передают сигнал при освещении
другие – при выключении освещения

И. Леттвин и др., 1959 г., США

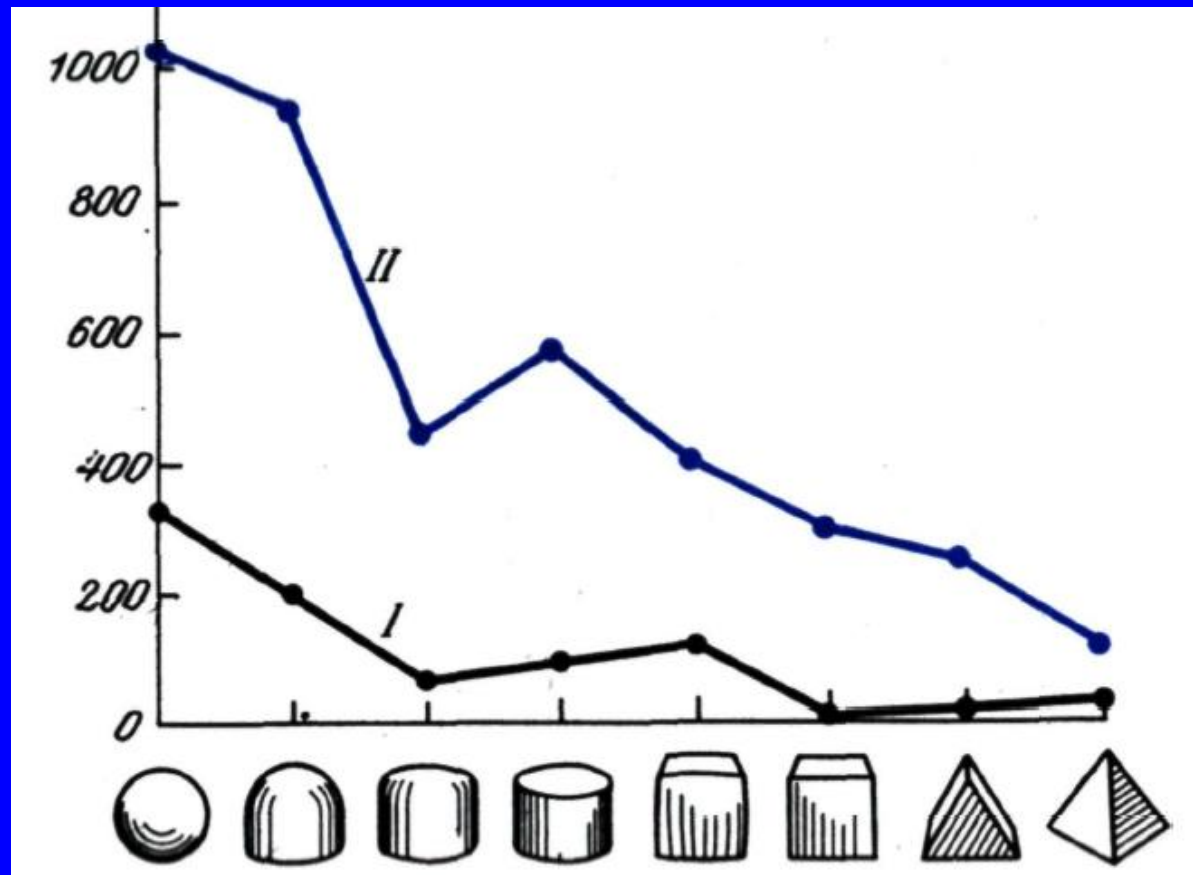
Детекторные клетки у лягушки, срабатывание:

- на границу свет – тень,
- на подвижную границу,
- на темное и подвижное (муха)

Распознавание образов

Роберт Фэнц, 1960-ые гг., США

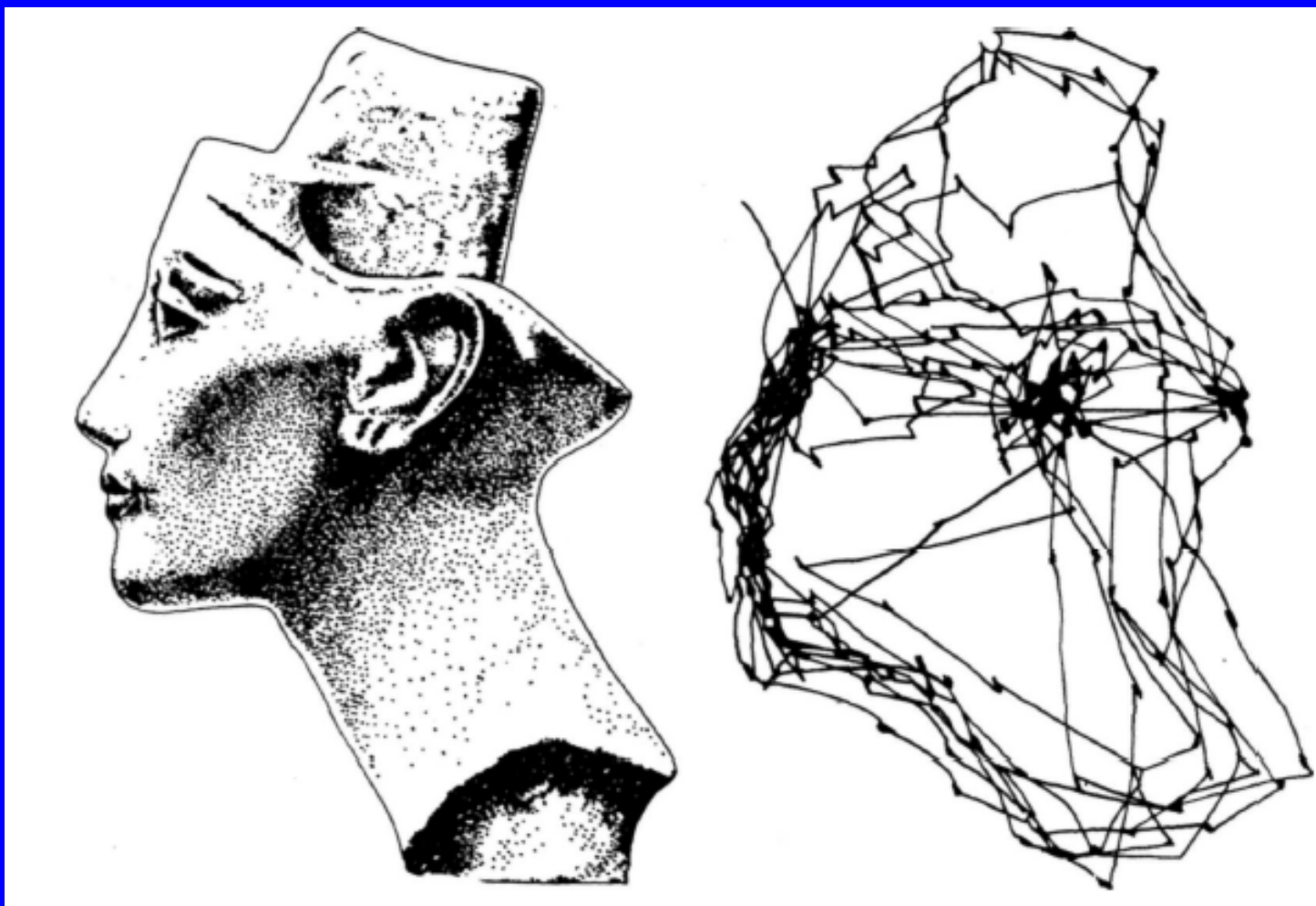
цыплята I – 10 мин, II – 40 мин после вылупления



Распознавание образов

Эксперименты с кошками – контакт электродов.
Обнаружены рецепторы, реагирующие на:
линию, край, угол, дугу,
только вертикальные линии,
только горизонтальные линии.

Распознавание образов



Движение зрачка глаз

Распознавание образов

Роберт Фэнц, 1960-ые гг.

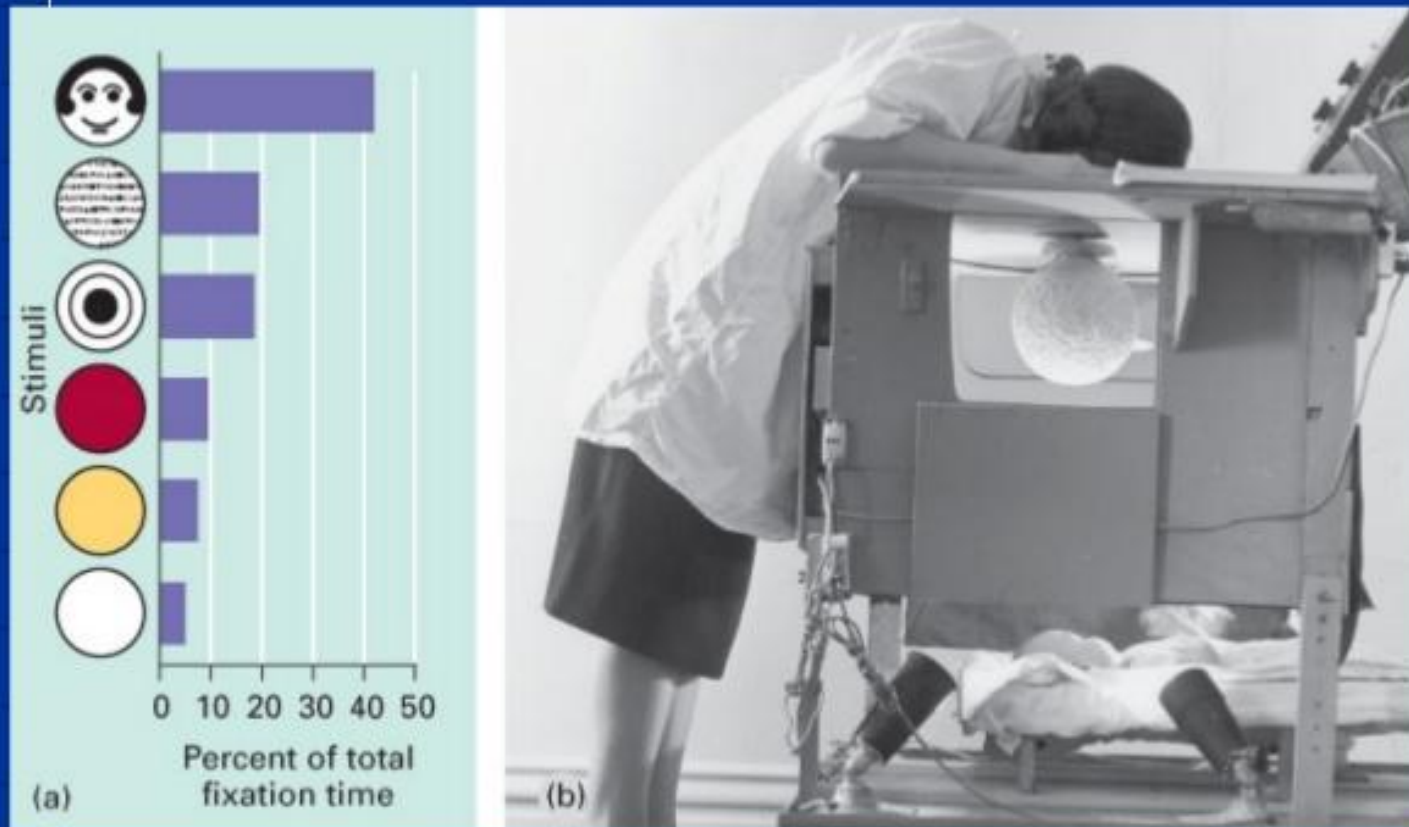
Наблюдение за предметами, отражающихся
в зрачке детеныша шимпанзе – предпочтение
одних предмета другим

дети от 4 дней от роду до полугода

Дети смотрели дольше на фигуры,
напоминающие лицо

Распознавание образов

Frantz's Looking Chamber



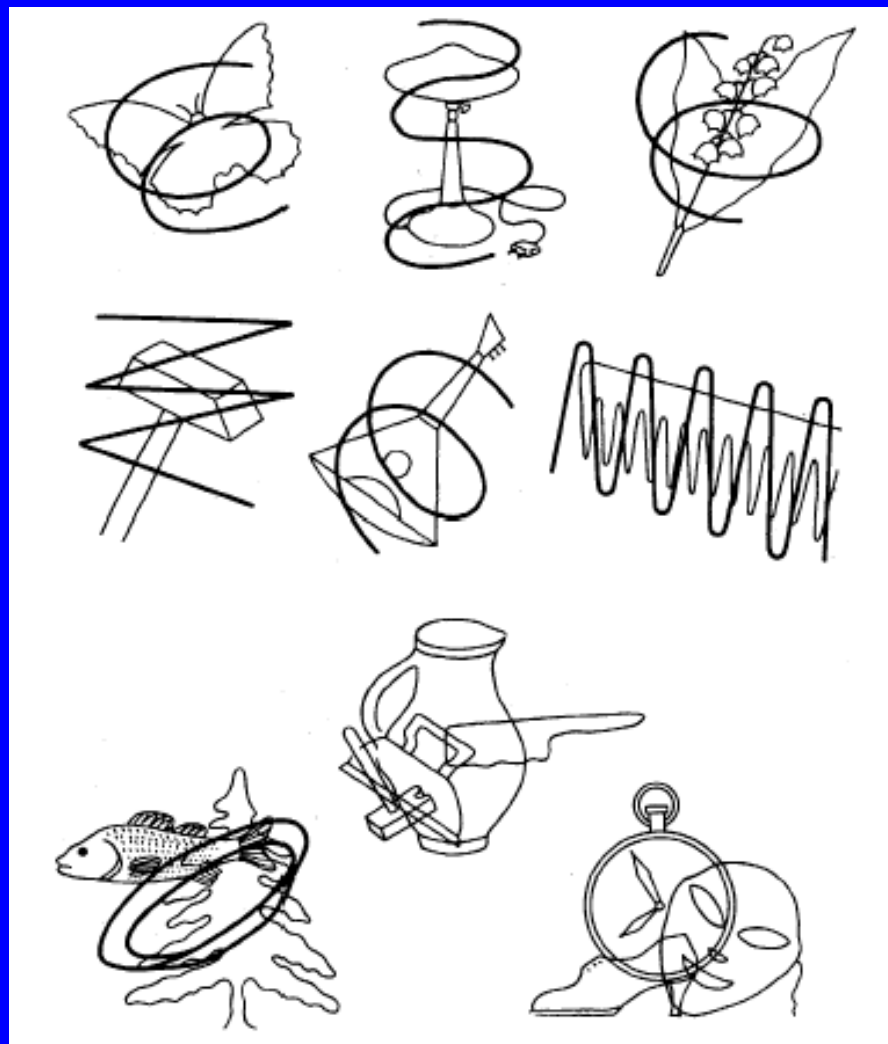
Иллюзия глаз



Иллюзия глаз

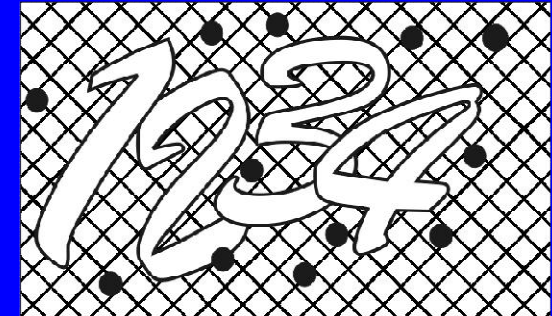


Распознавание образов



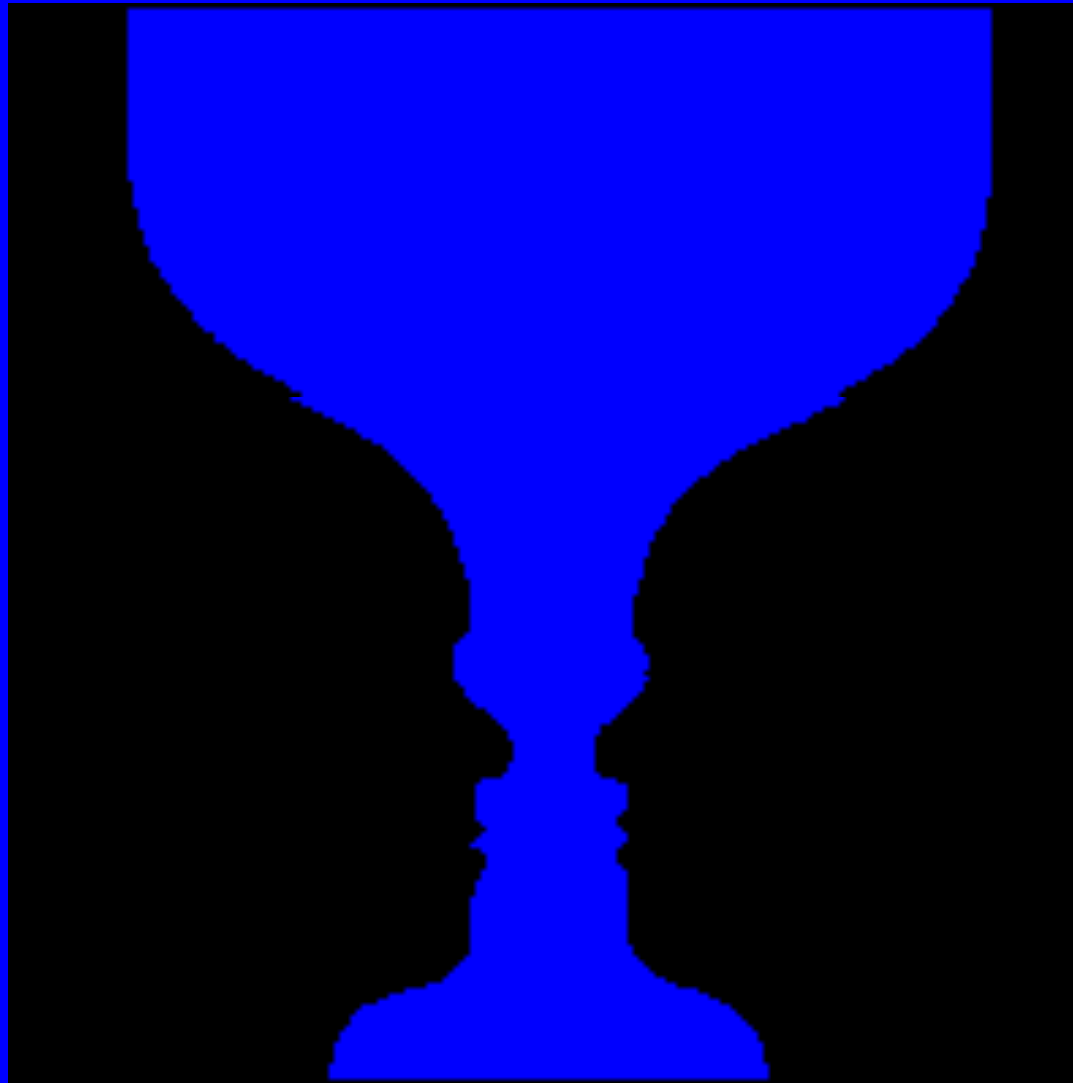
При *агнозии* человек не может выделить фигуру

Распознавание образов

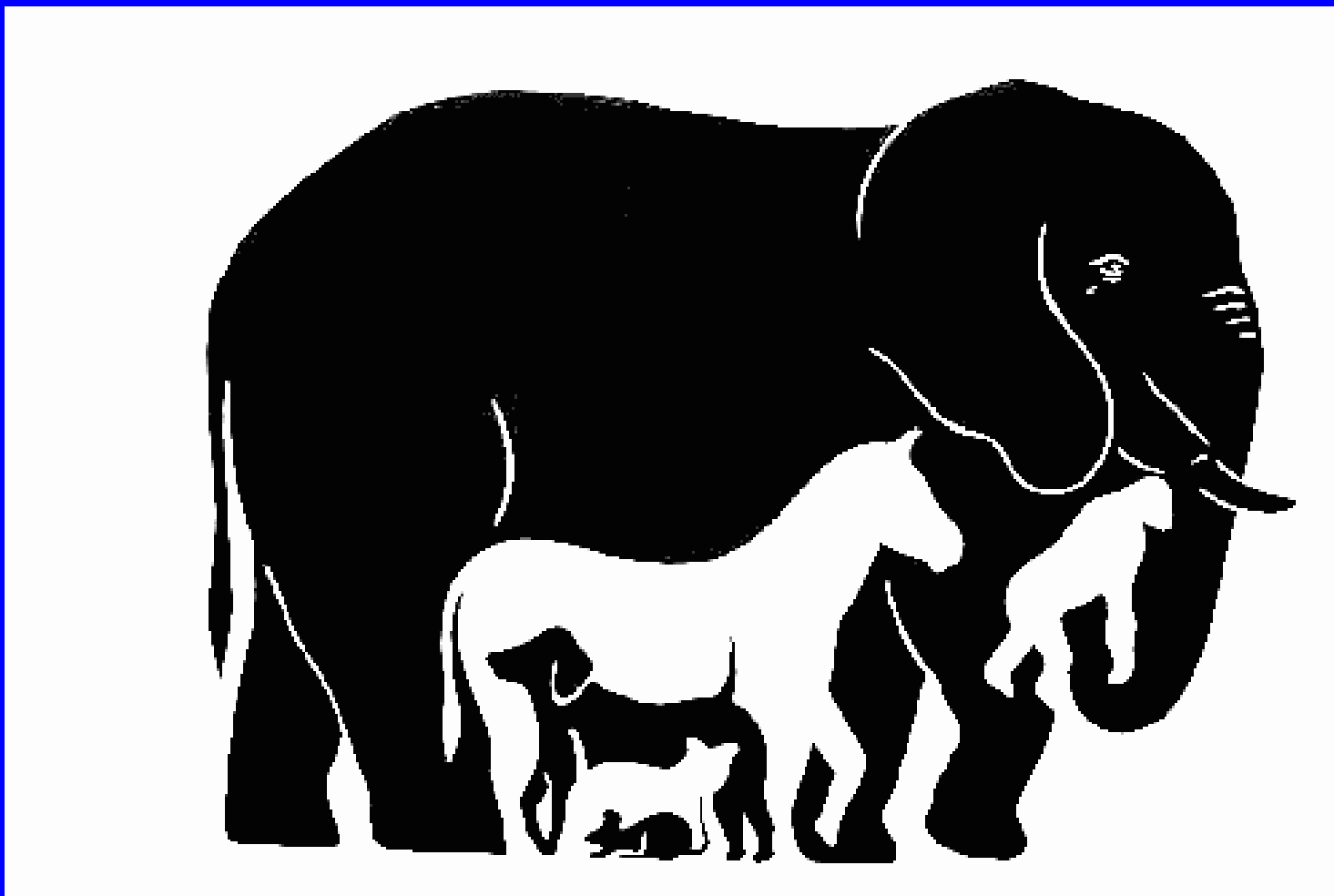


CAPTCHA – Completely Automated
Public Turing test to tell Computers and
Humans Apart

Распознавание образов – двойные изображения

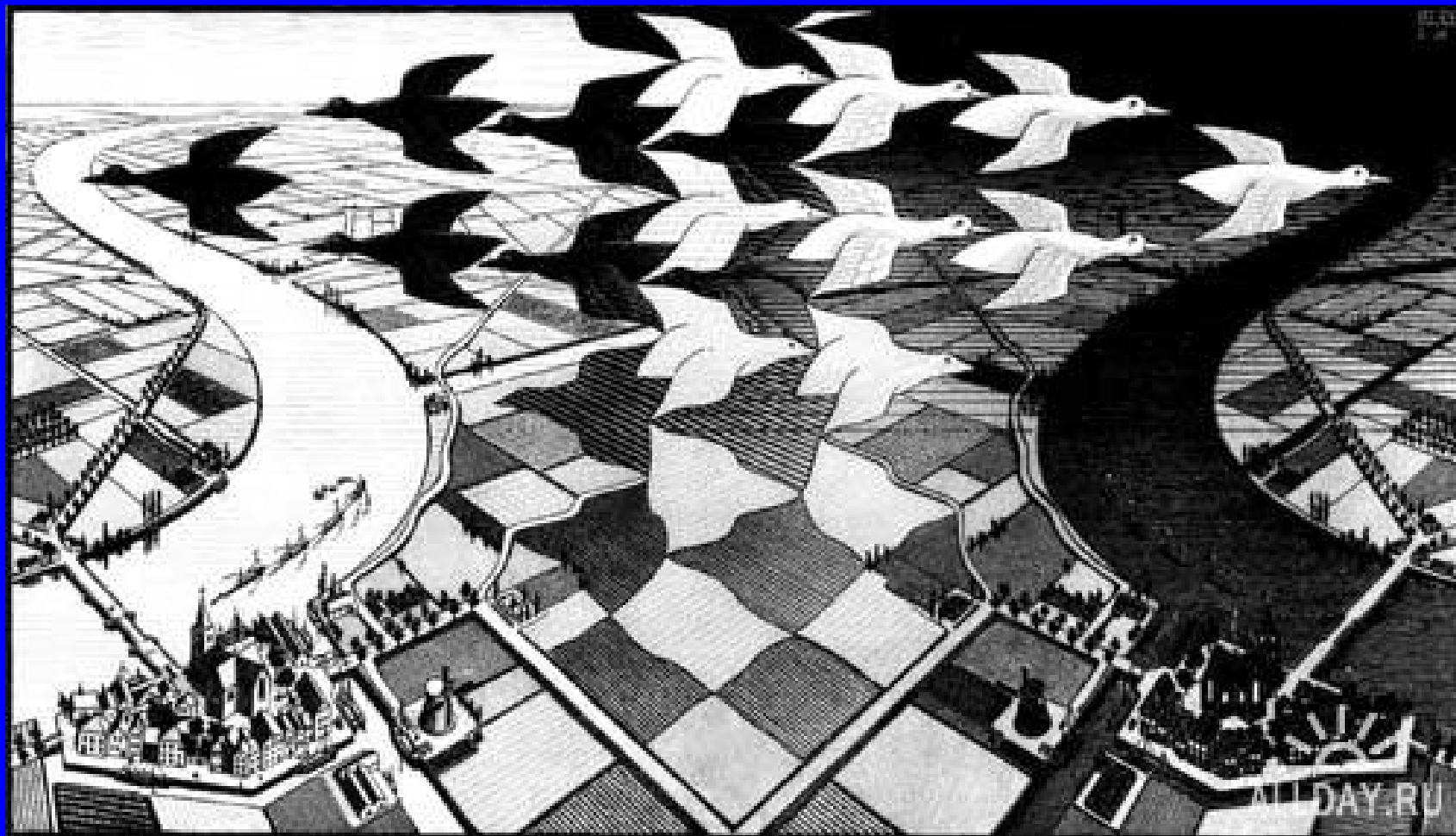


Распознавание образов



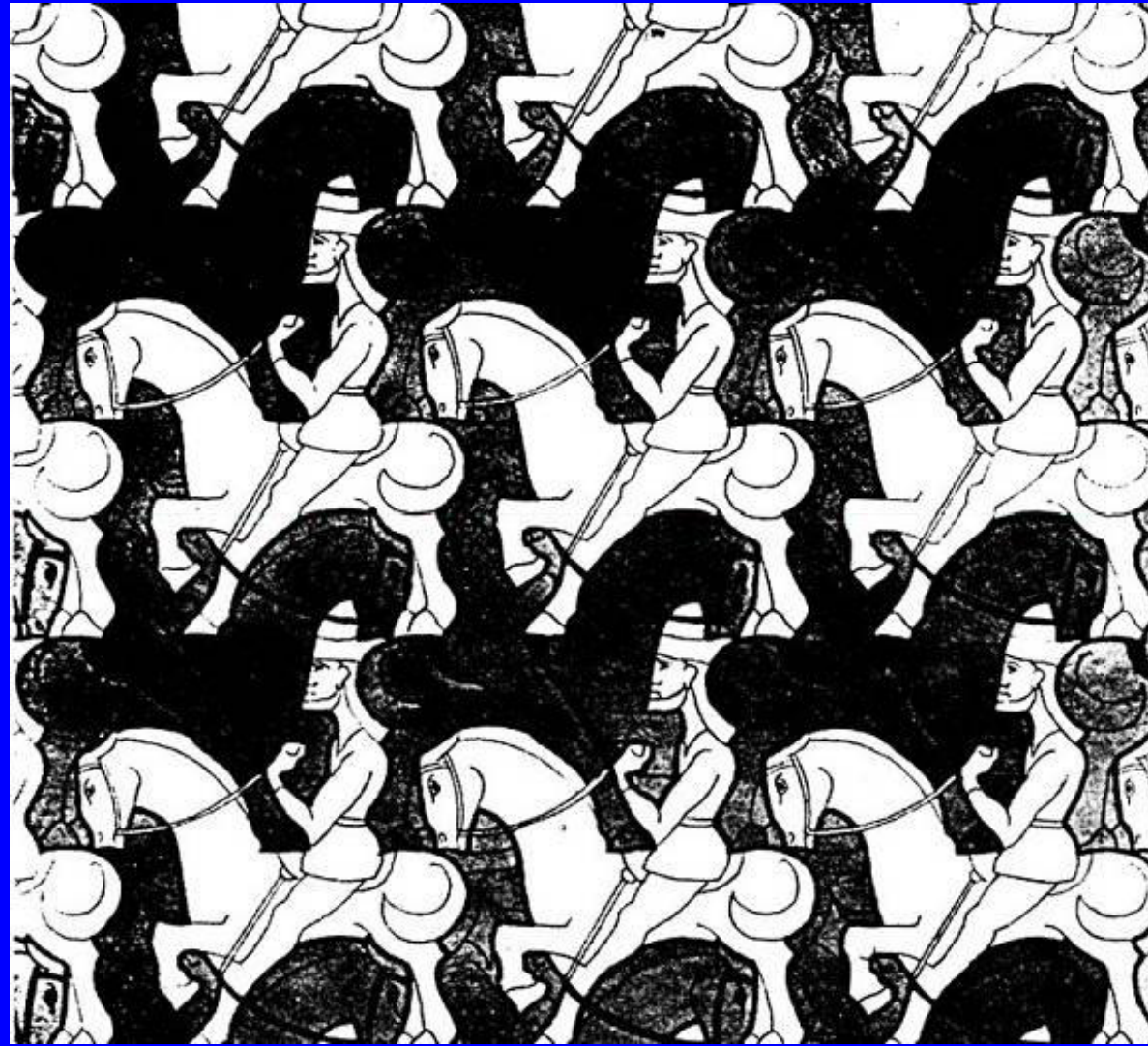
Мориц Эшер

Распознавание образов



Мориц Эшер

Распознавание образов



Мориц Эшер

Распознавание образов



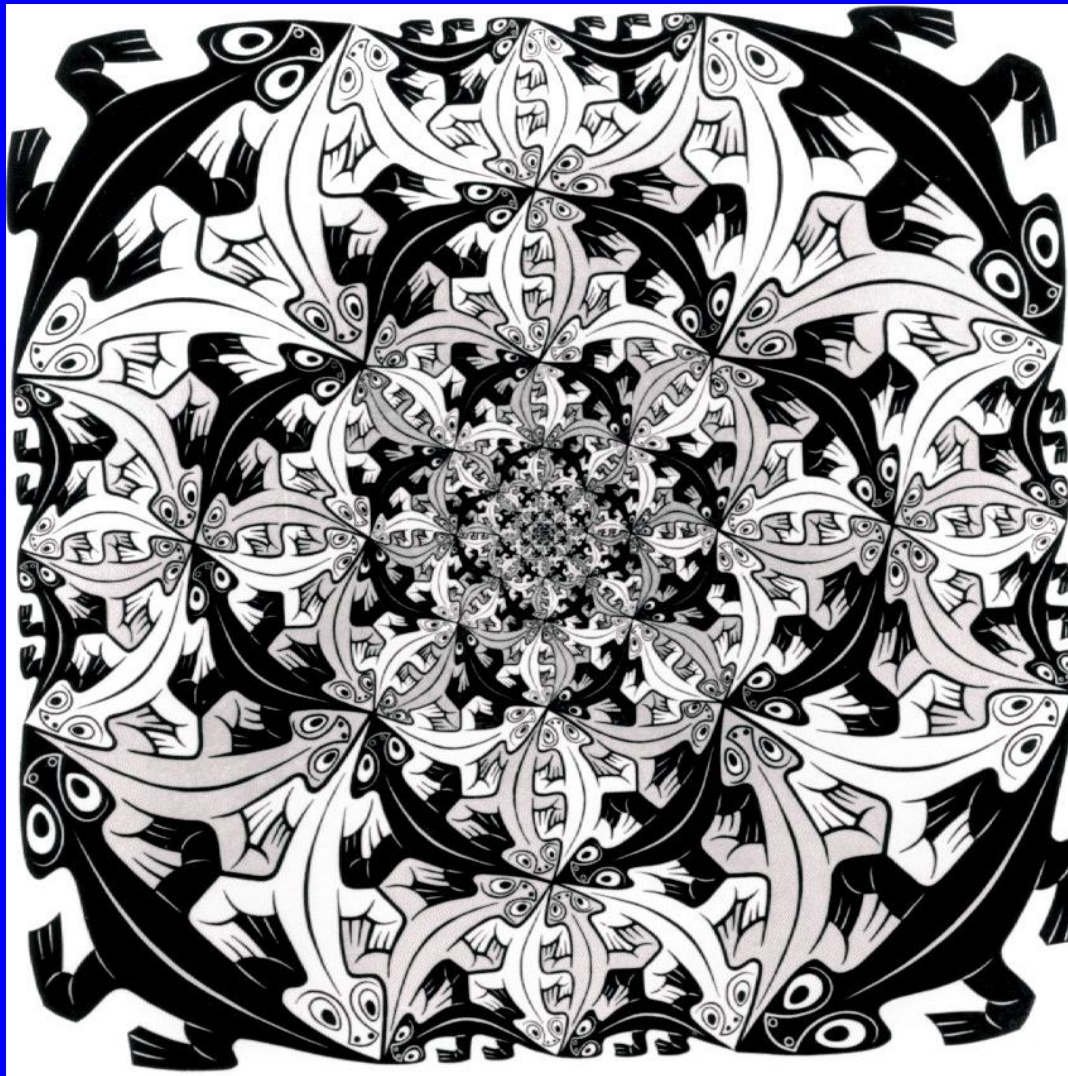
Мориц Эшер

Распознавание образов



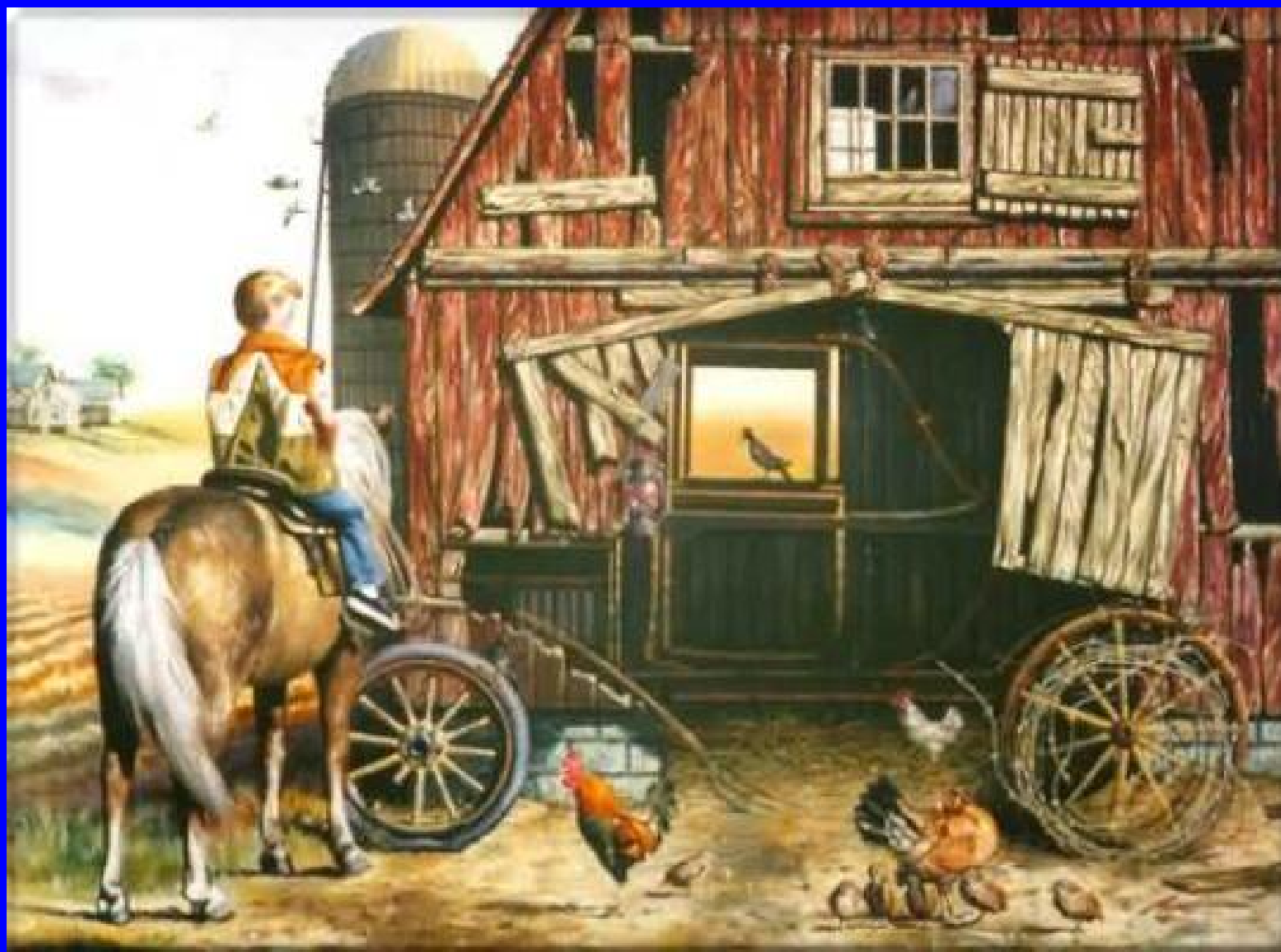
Мориц Эшер

Распознавание образов

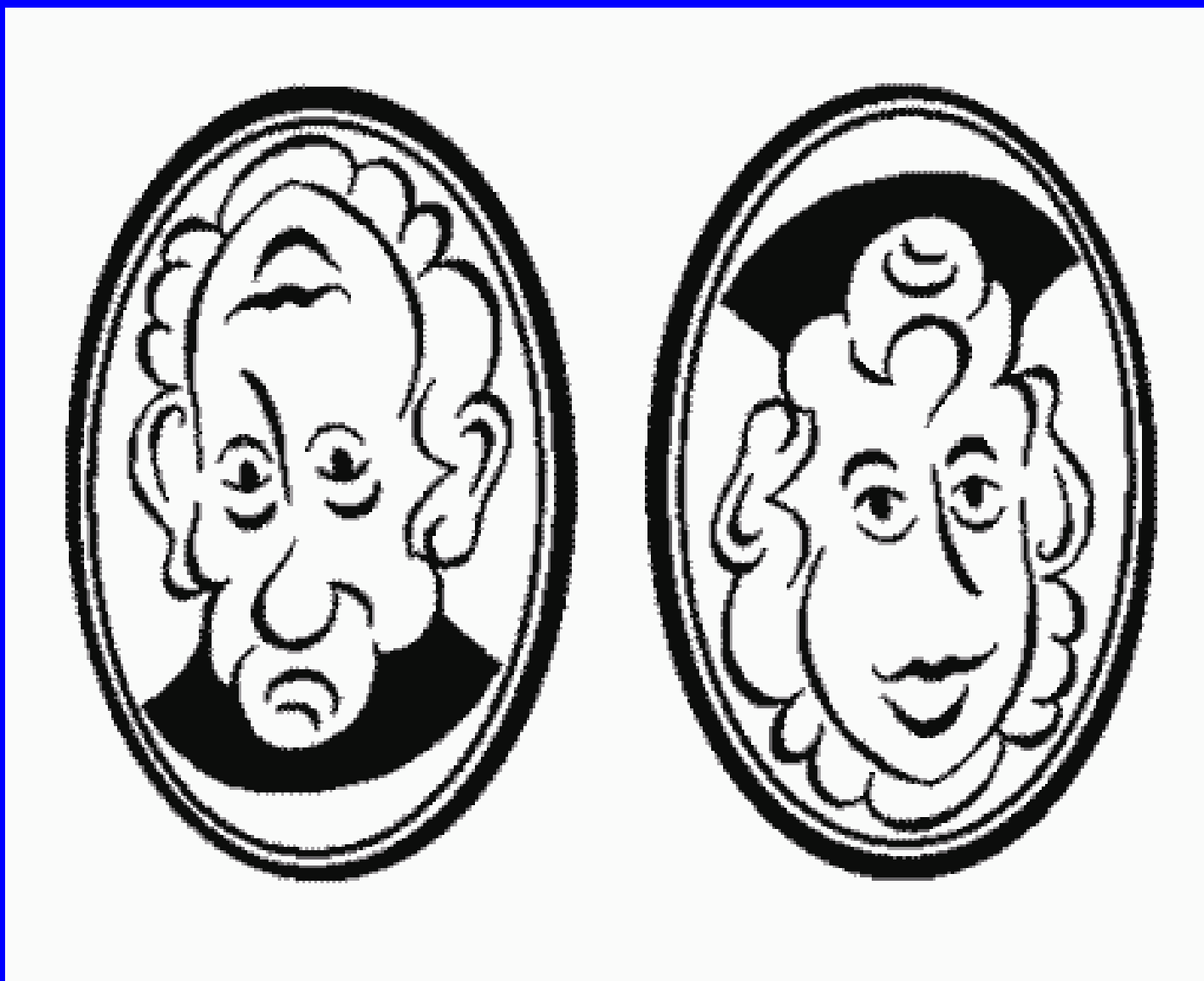


Мориц Эшер

Распознавание образов



Распознавание образов



Распознавание образов



Распознавание образов



Распознавание букв

THE CAT

Распознавание букв

12
A B C
14

Распознавание букв

желтый **синий** **оранжевый**

черный **красный** **зеленый**

розовый **желтый** **красный**

оранжевый **зеленый** **черный**

синий **красный** **розовый**

зеленый **синий** **оранжевый**

Распознавание букв

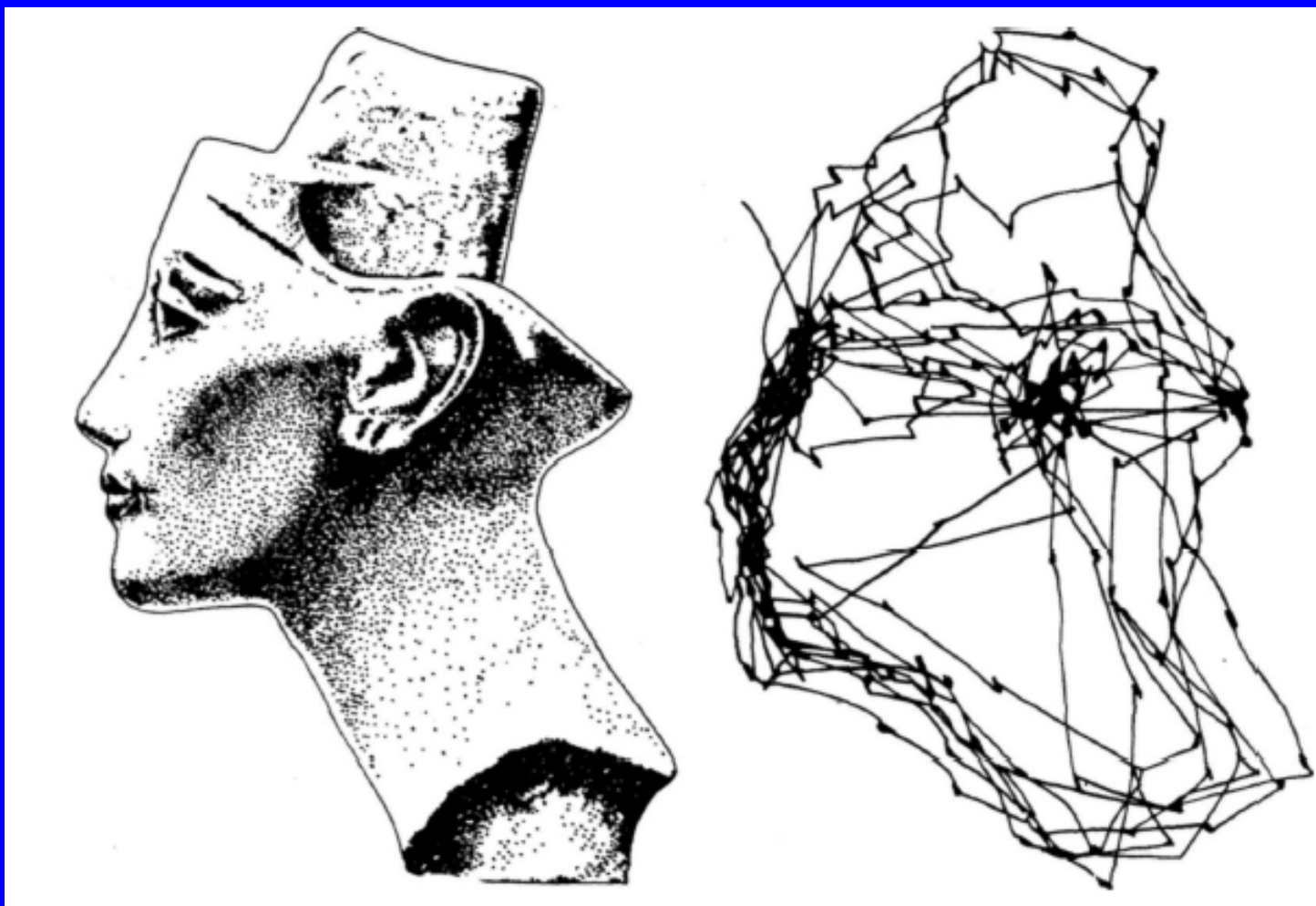
НЕ ИЕЕМТ ЗАНЧНЕИЯ...

По резульаттам илссееовадний одонго англигйсокго унвиертисета, не иеемт занчнеия, в кокам пряокде рсапожолены бкувы в солве.

Галвоне, чотбы преавя и пслоендя бквуы блын на мсете. Осатылыне бкувы мгоут селдовтаь в плоонм беспордяке, все-рвано ткест читается без побрелм.

Пичрионй эгото ялвяется то, что мы не чиатем кдаужю бкуву по отдльенотси, а все солво щликеом.

Распознавание образов



Движение зрачка глаз

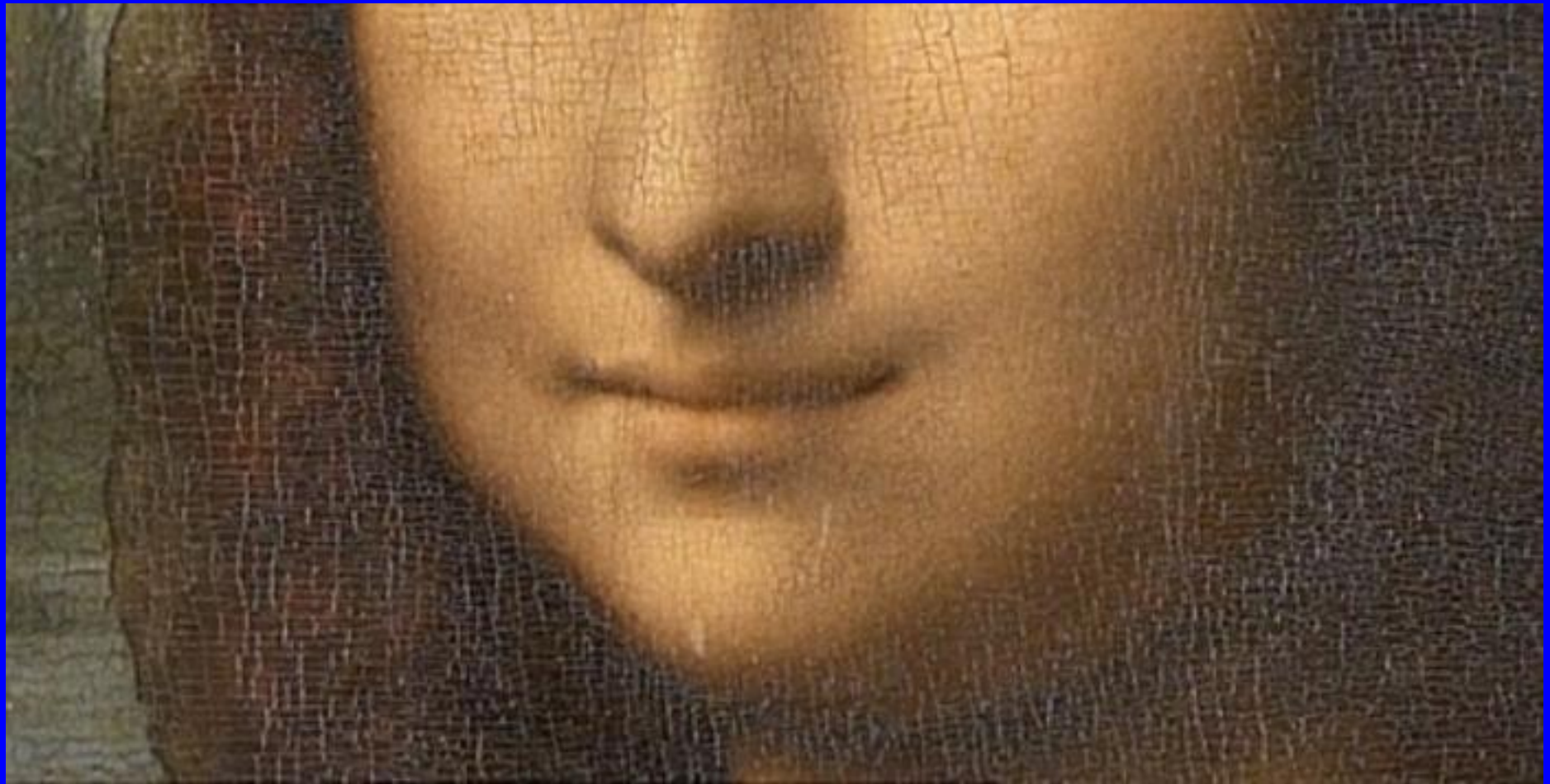
Распознавание лица



Распознавание лица



Распознавание лица



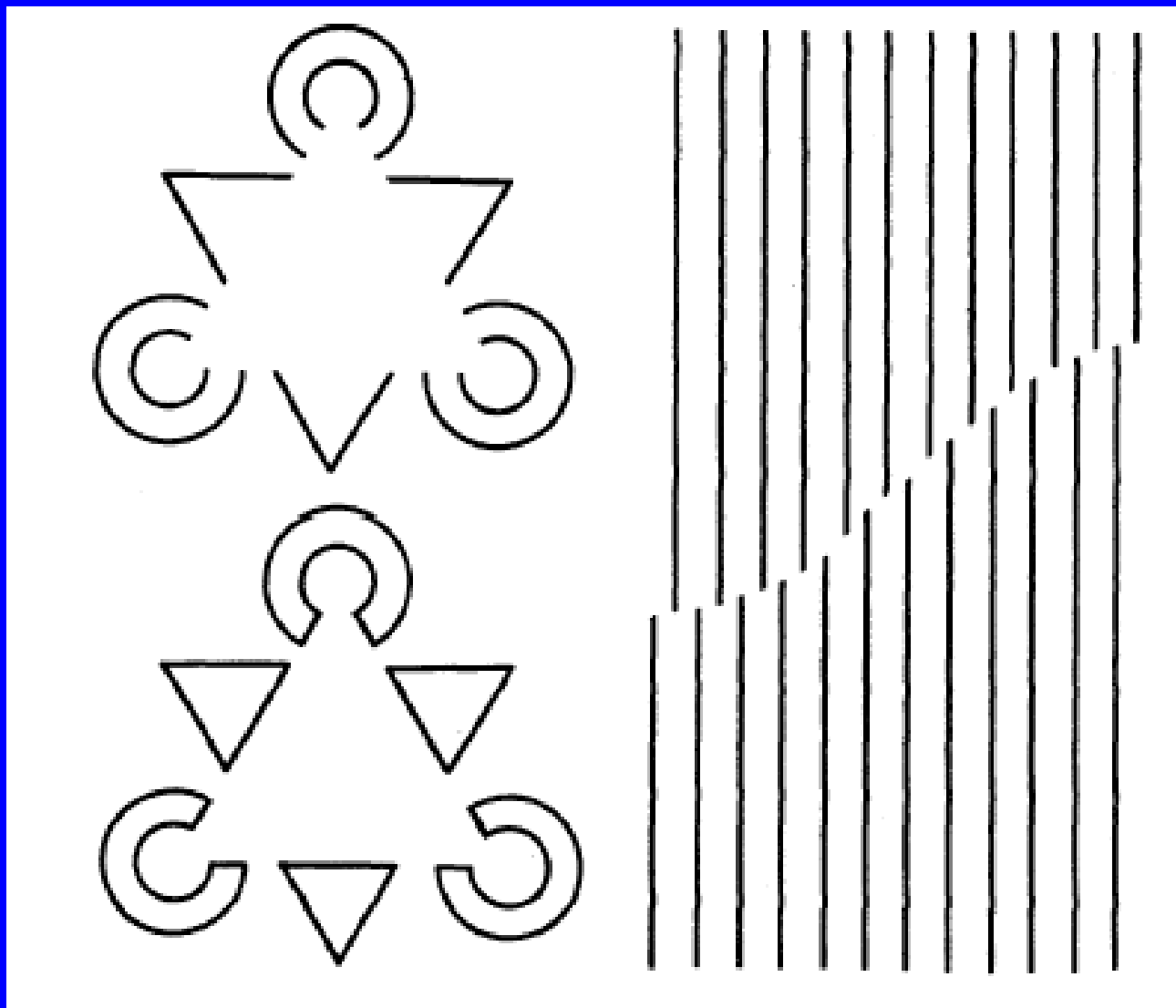
Распознавание лица



Распознавание лица

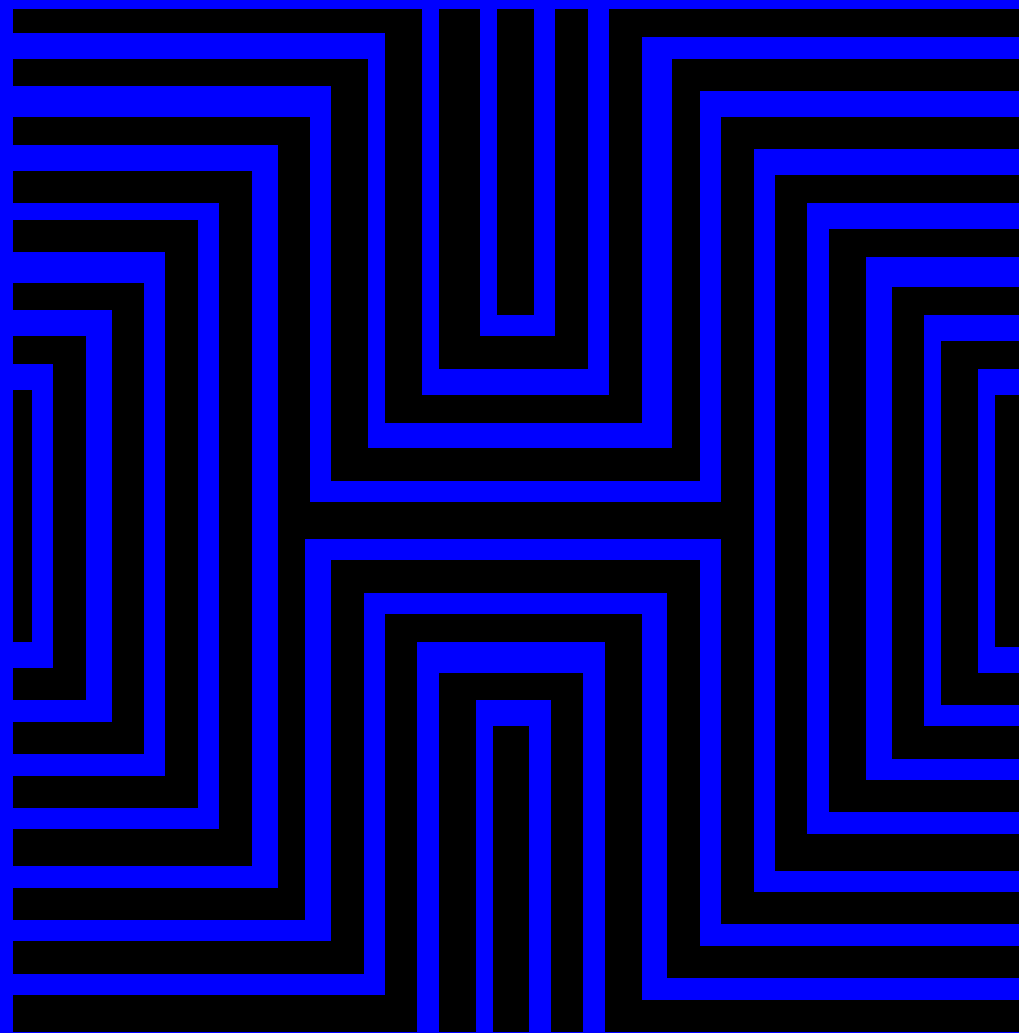


Дорисовывание линий



Мы видим несуществующие границы

Дорисовывание линий



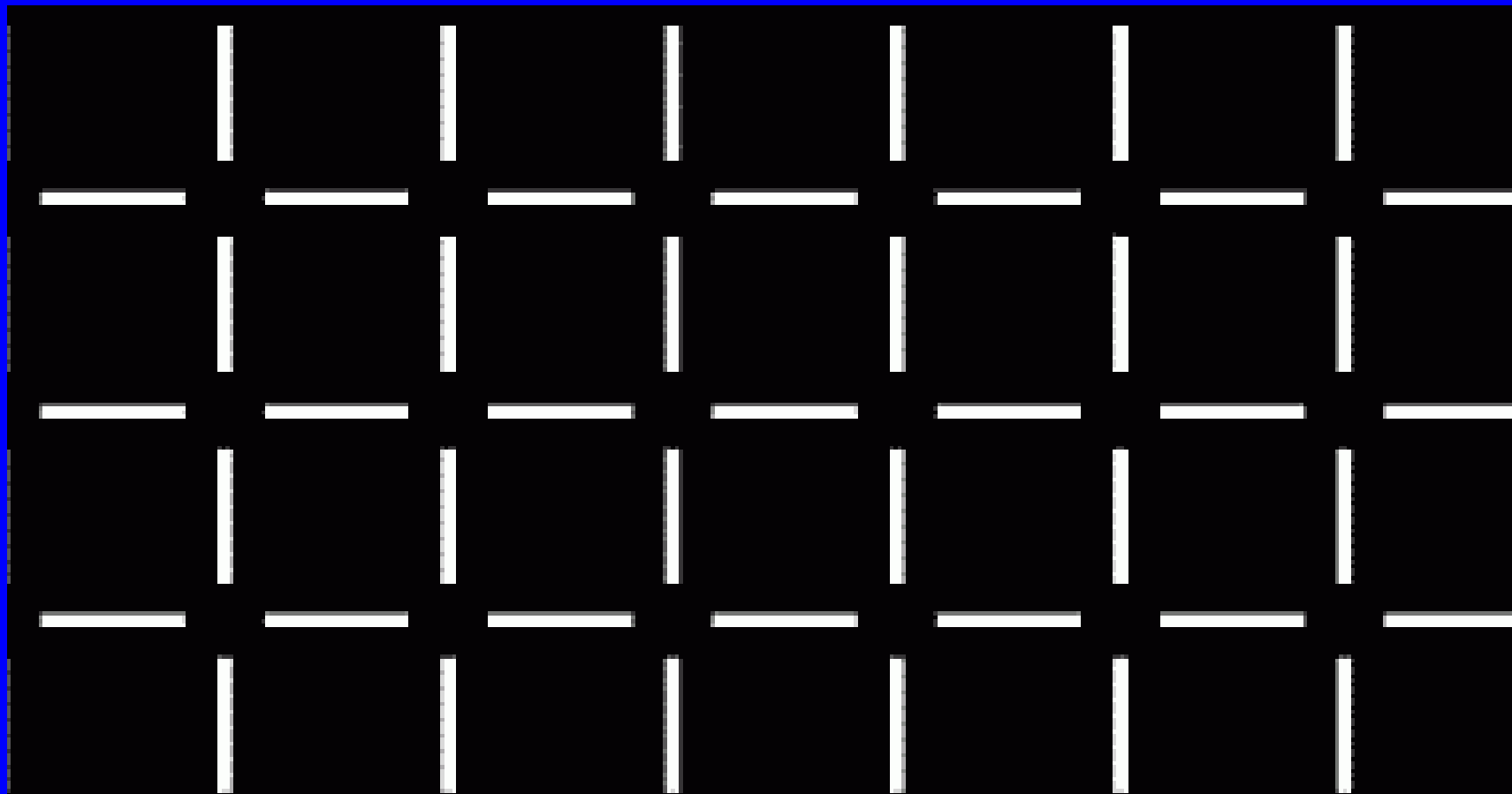
Вы видите квадрат?

Архитектура



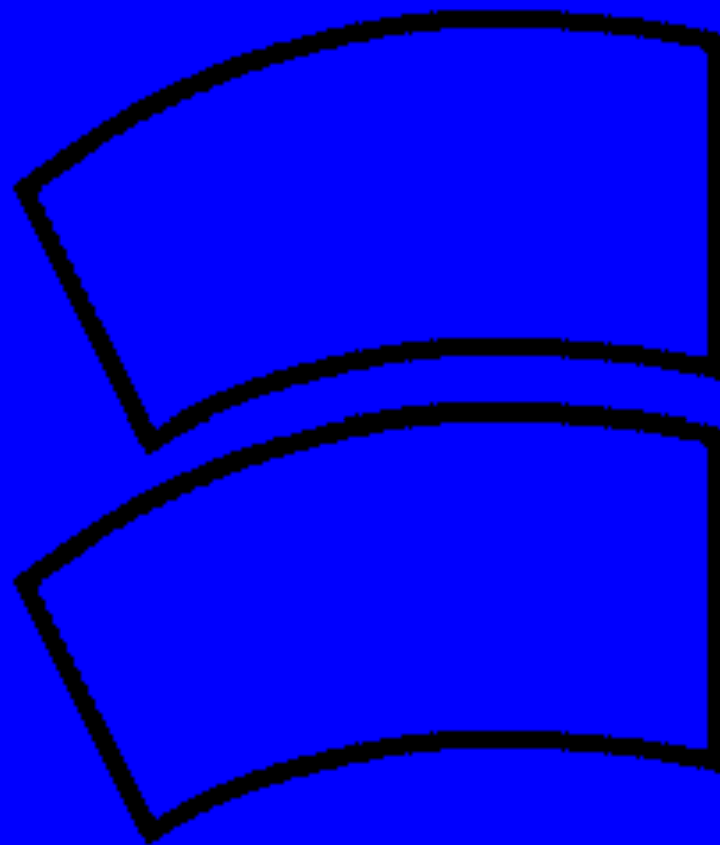
Небоскребы в Бразилии

Влияние окружения

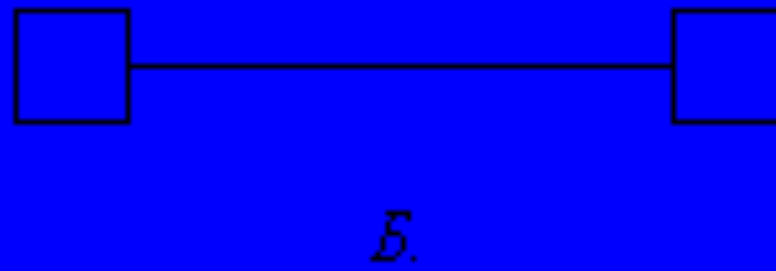
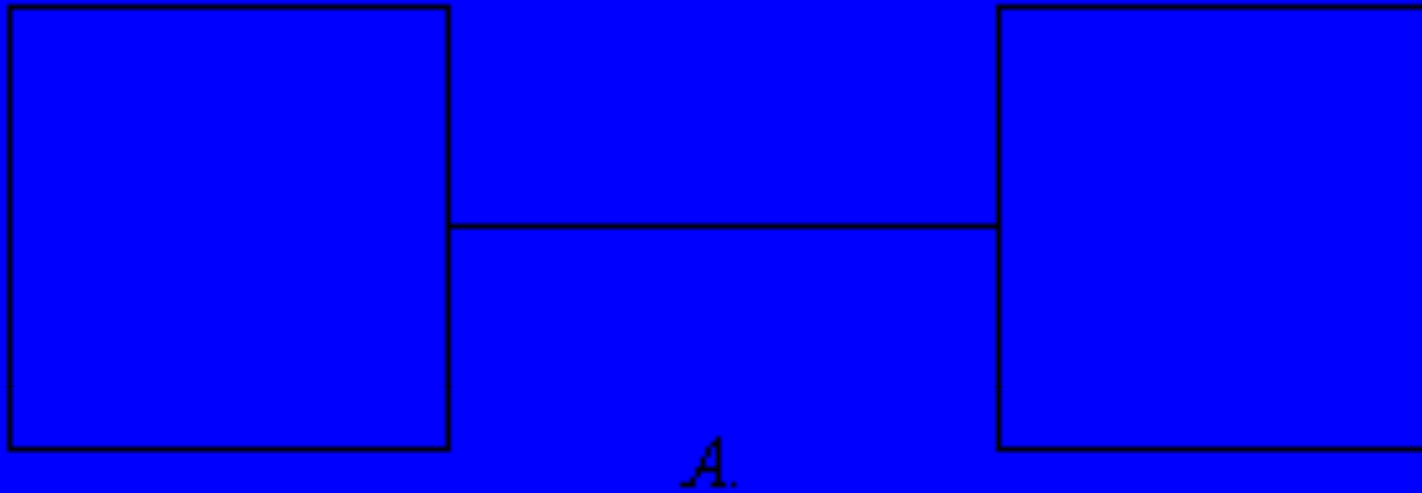


Мы видим несуществующие границы

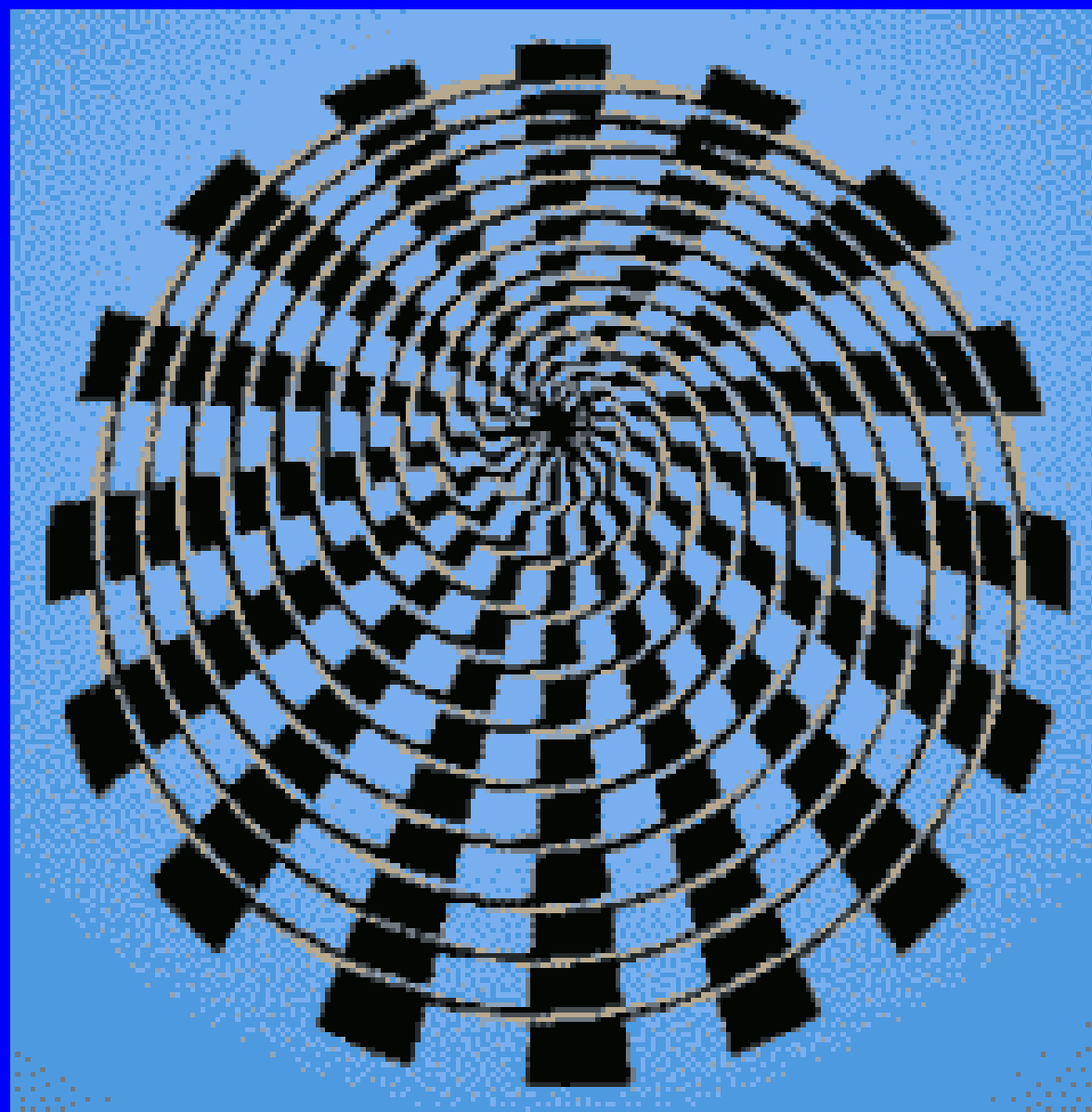
Влияние окружения



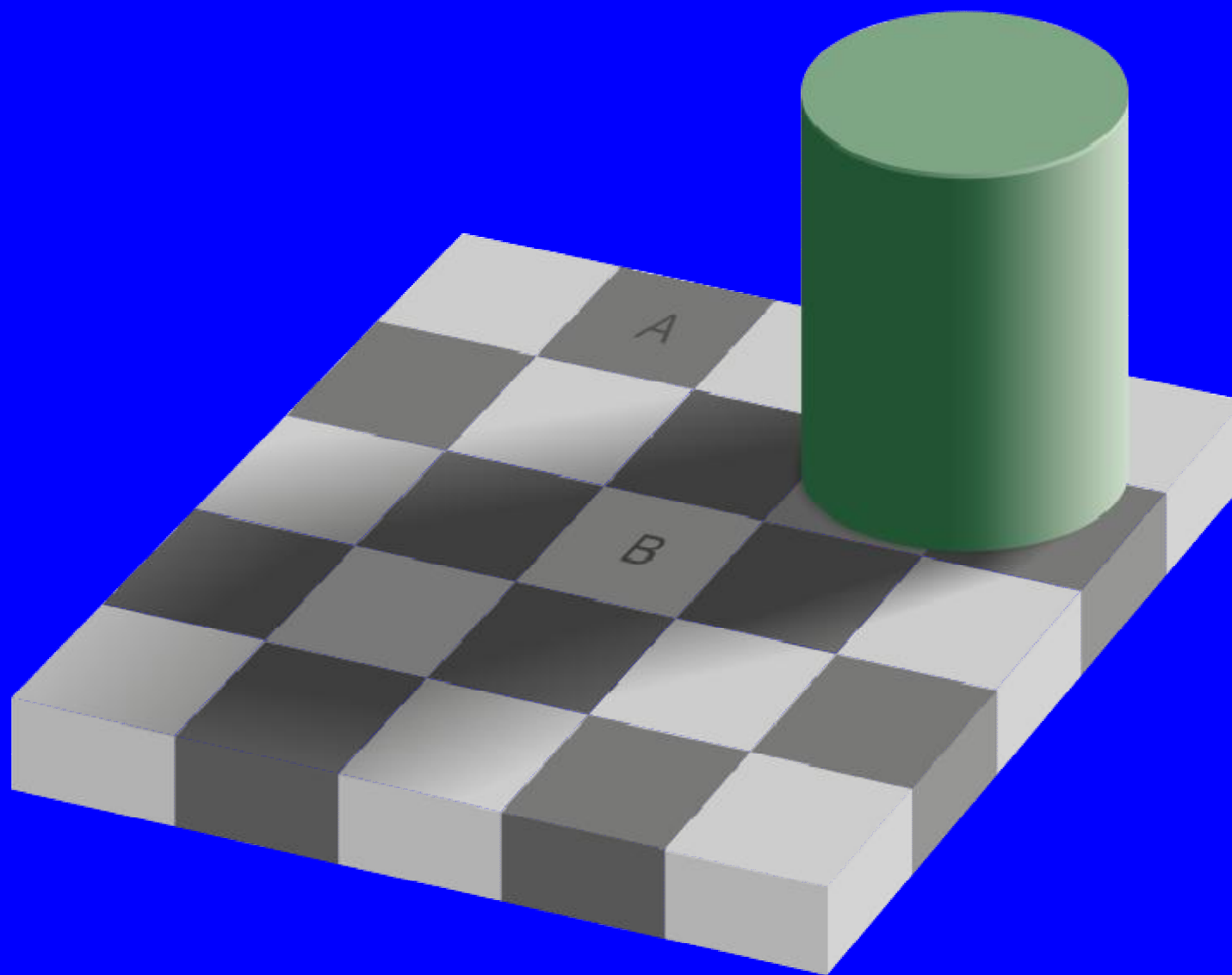
Влияние окружения



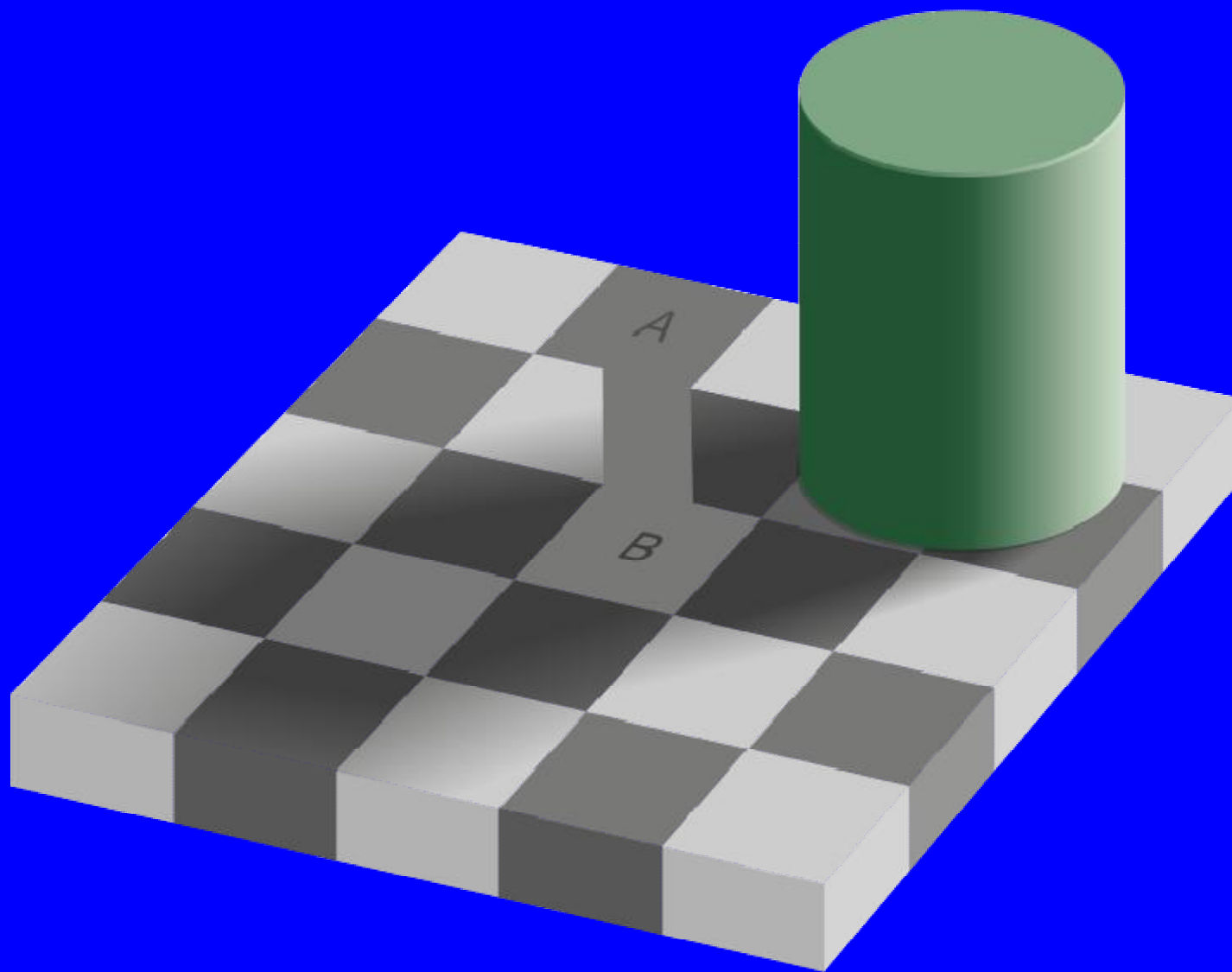
Влияние окружения



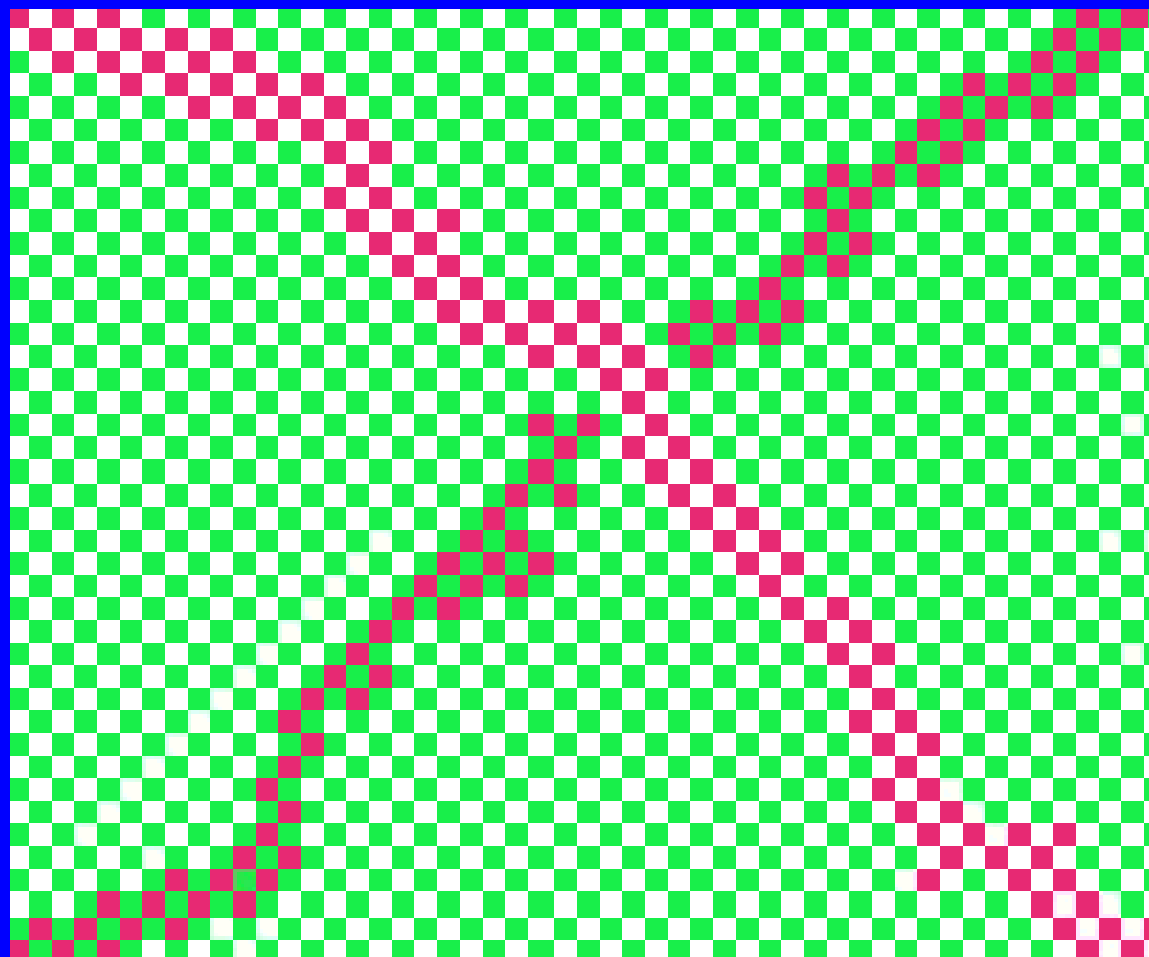
Влияние окружения



Влияние окружения

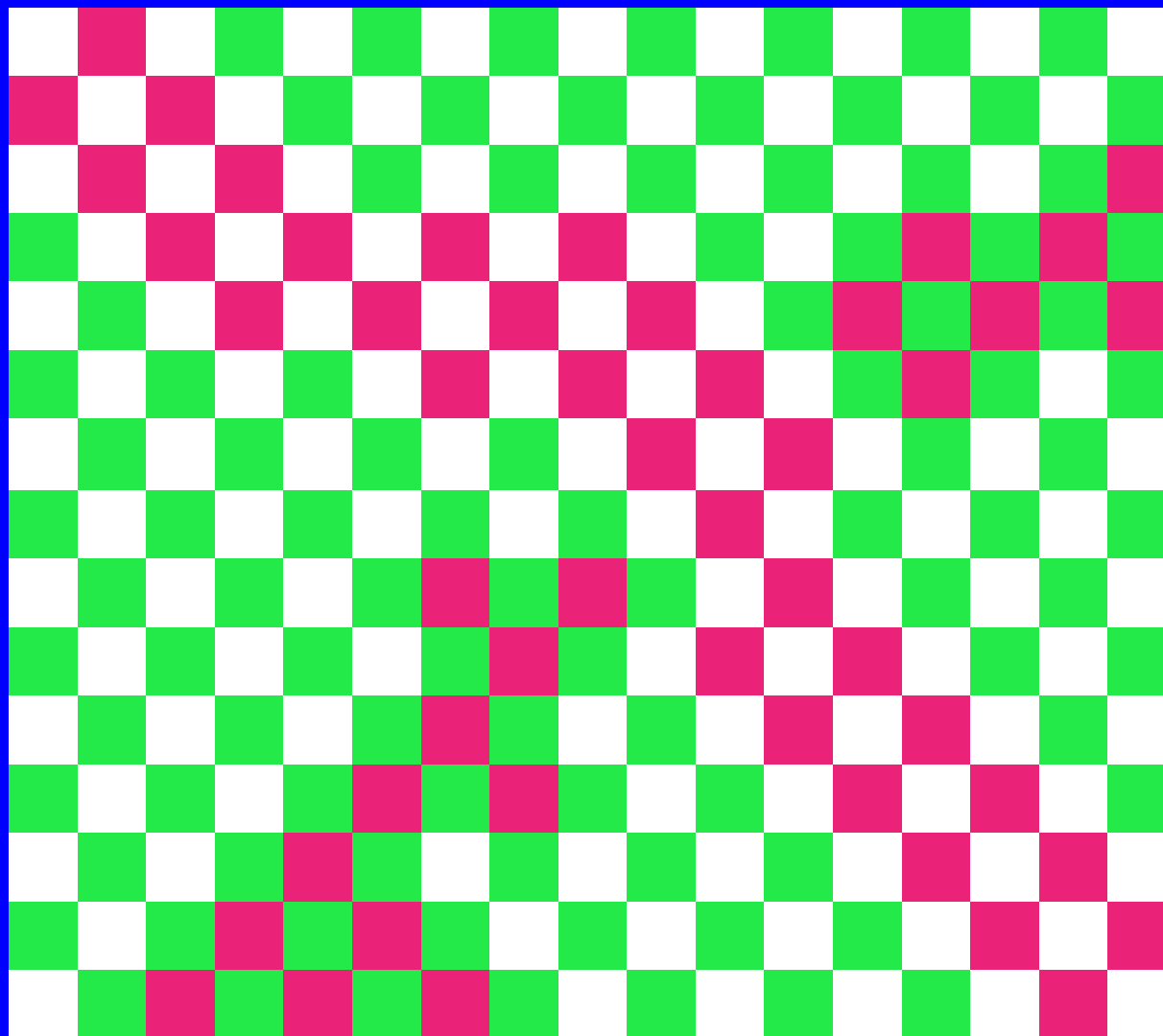


Влияние окружения

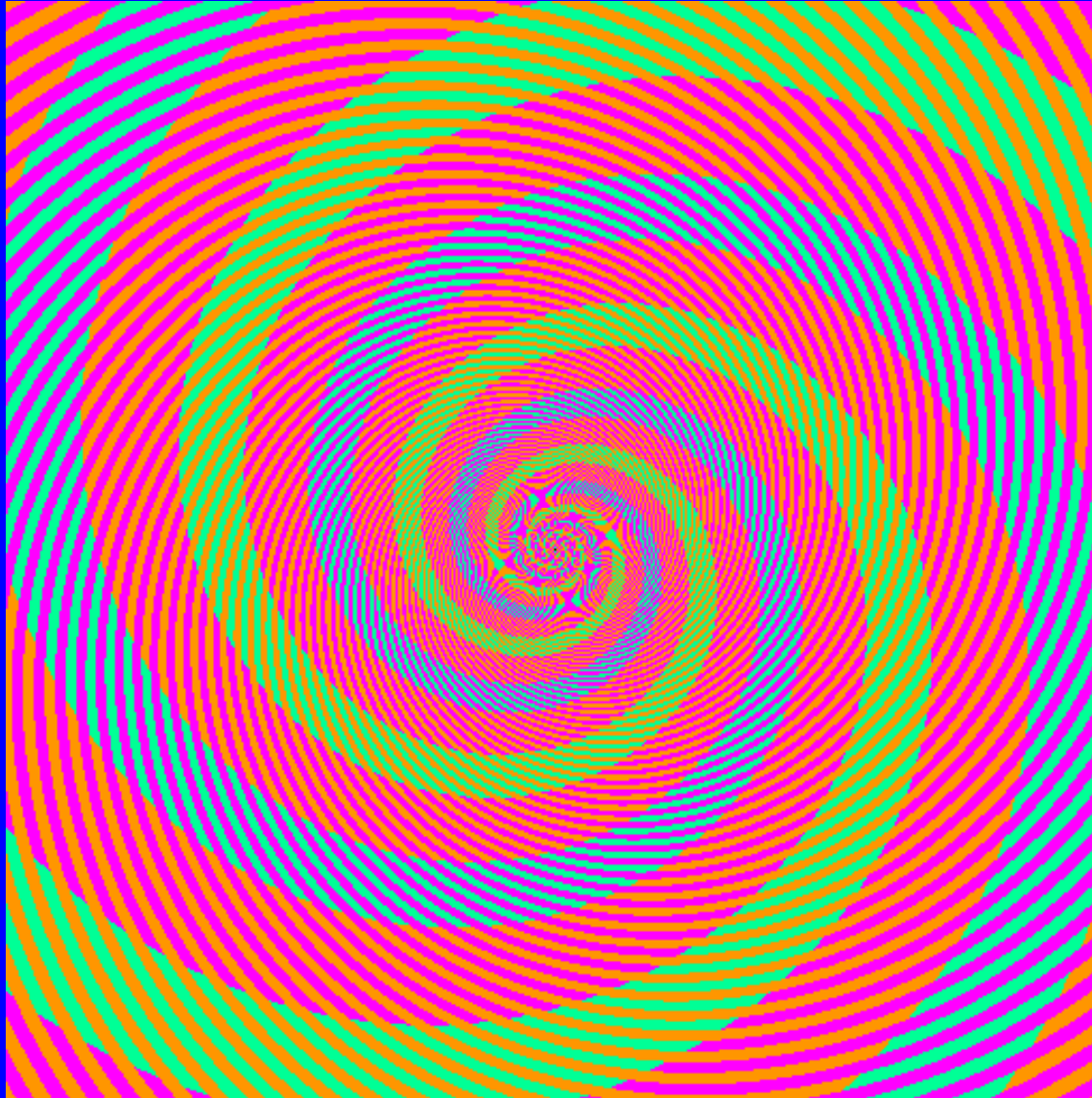


Здесь только белый, зеленый и розовый без оттенков

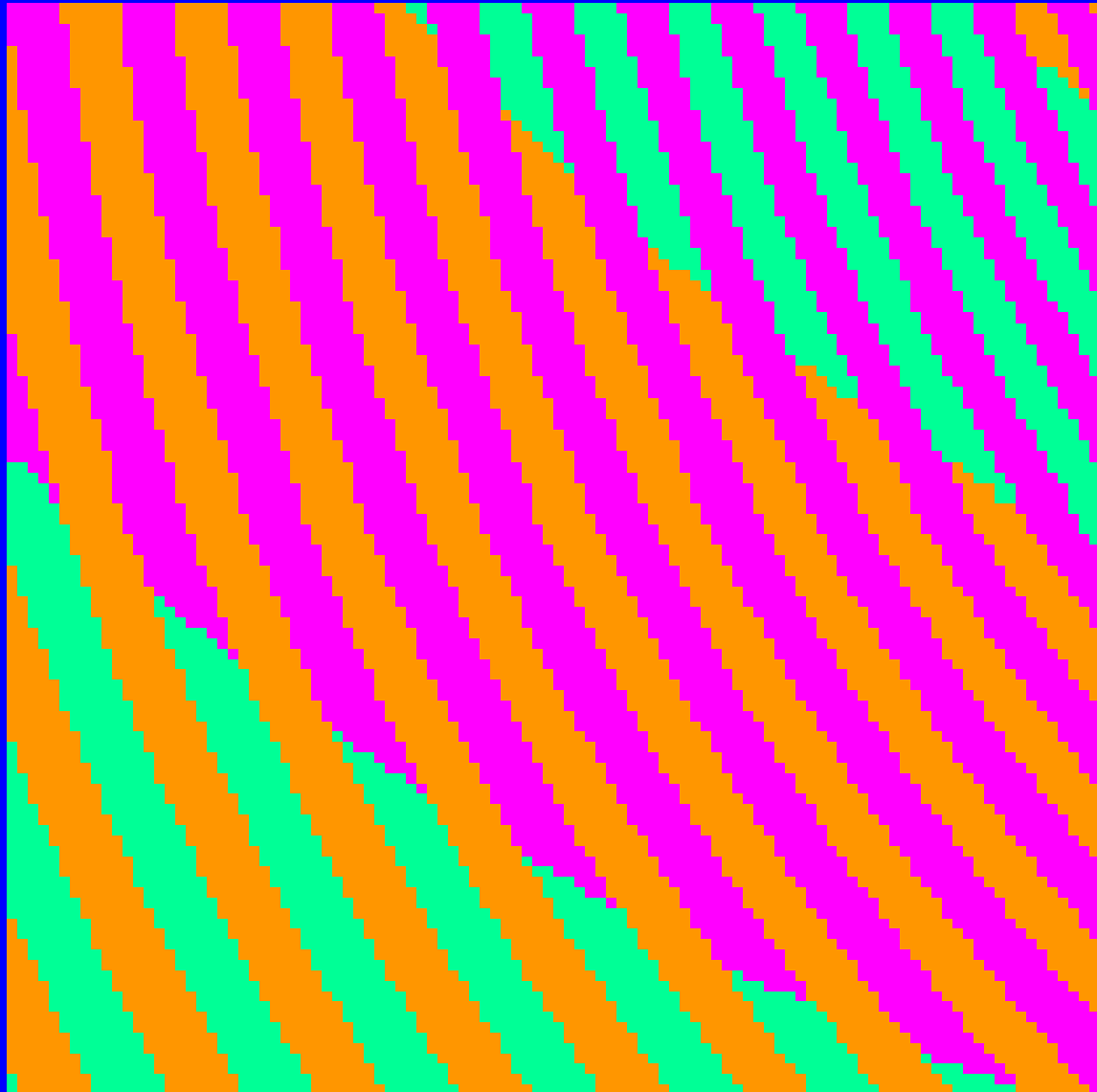
Влияние окружения



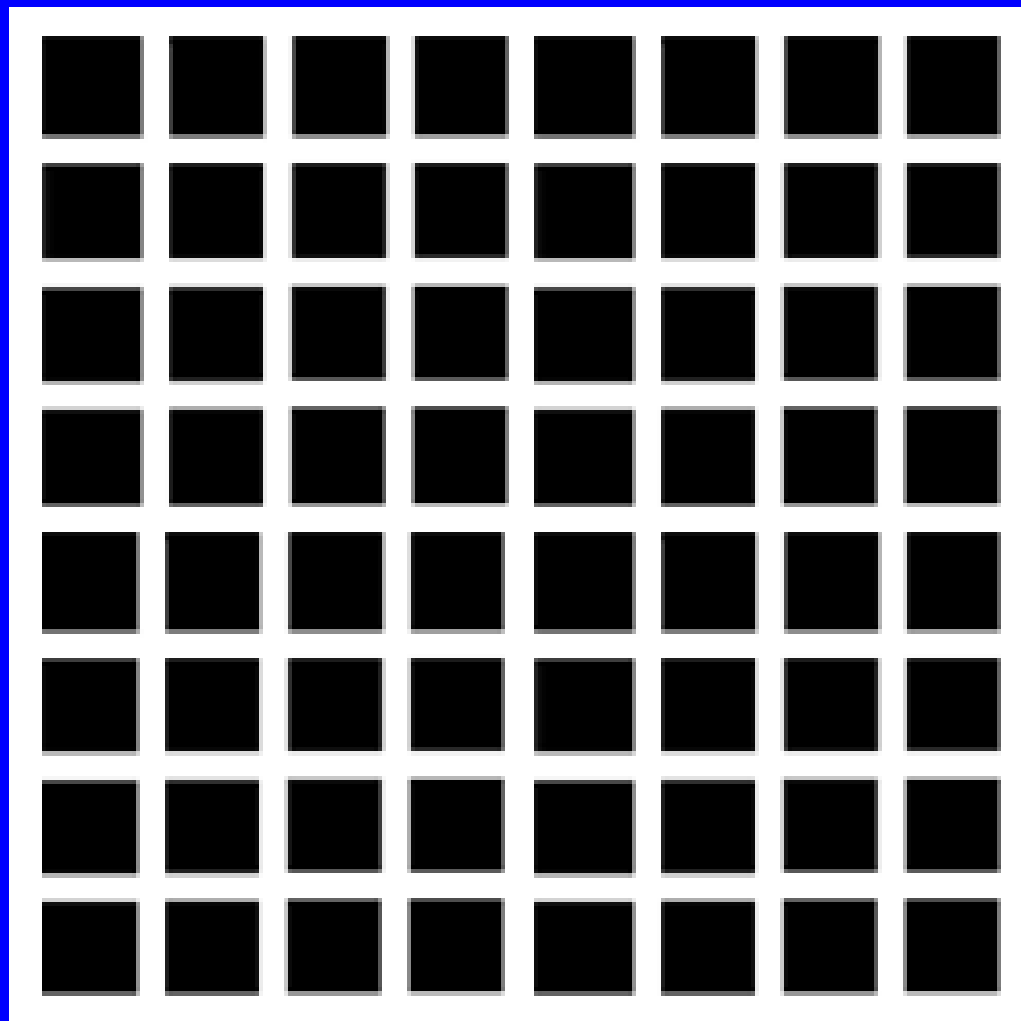
Влияние окружения



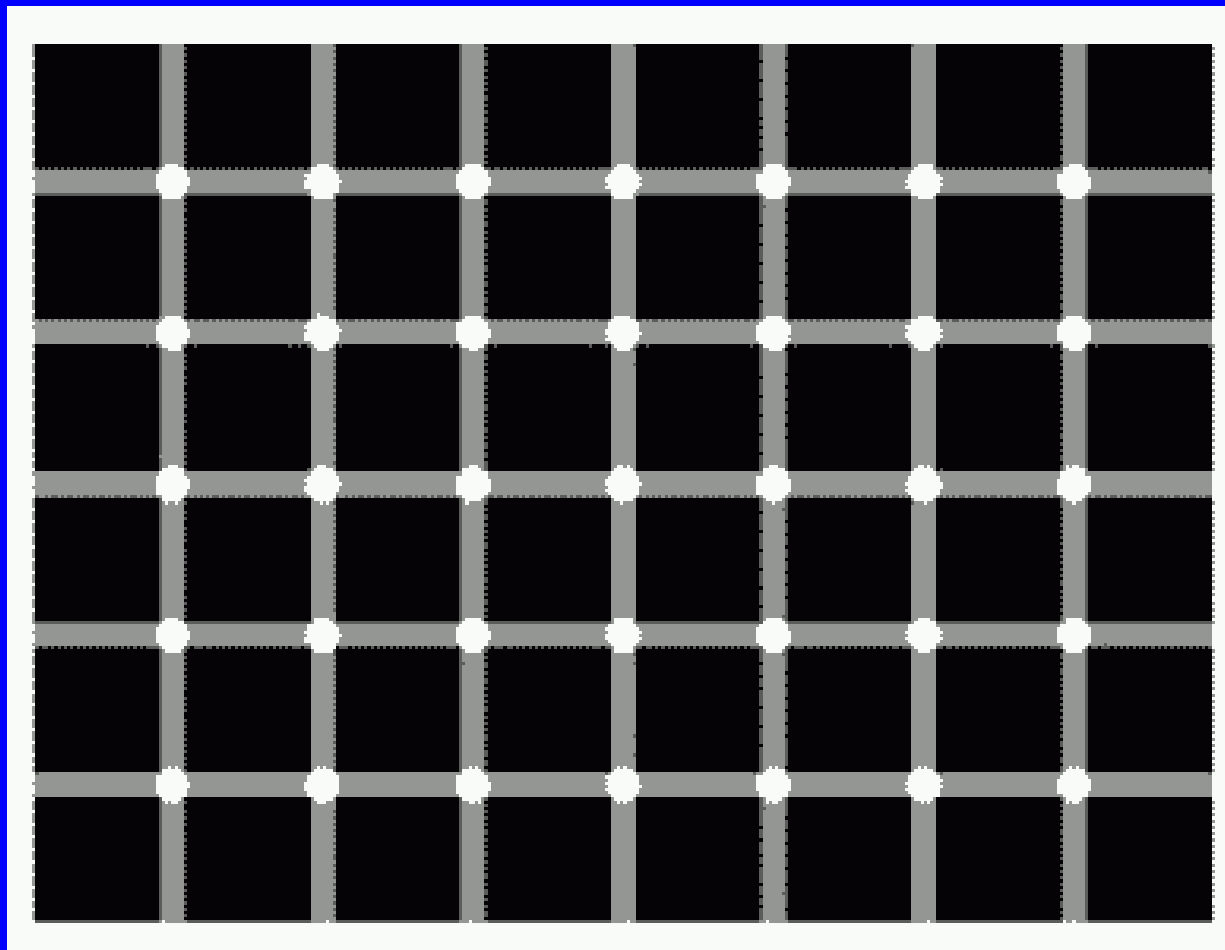
Влияние окружения



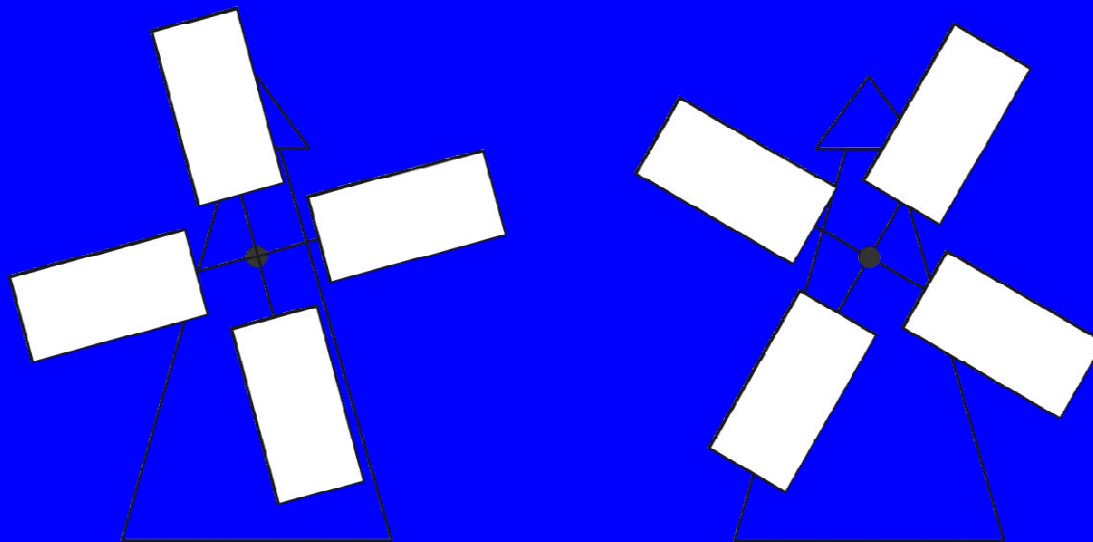
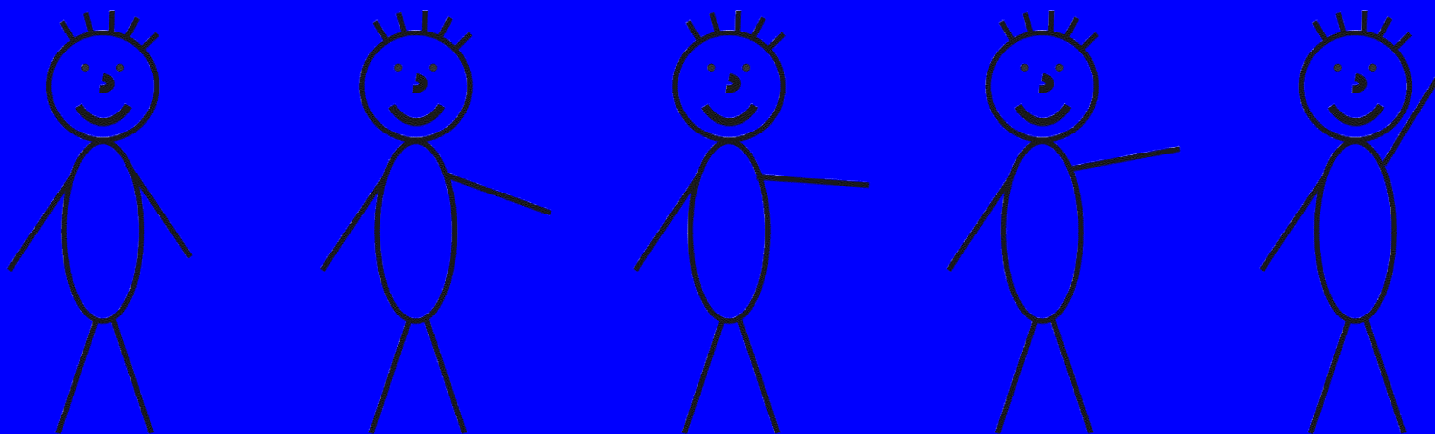
Утомляемость зрения



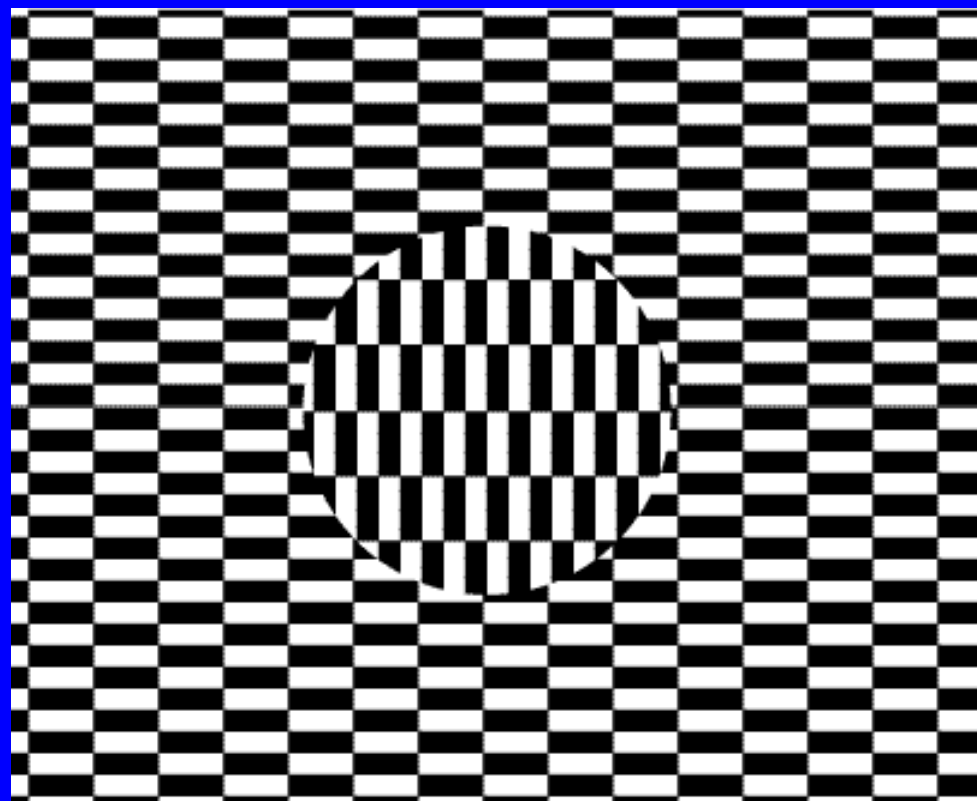
Утомляемость зрения



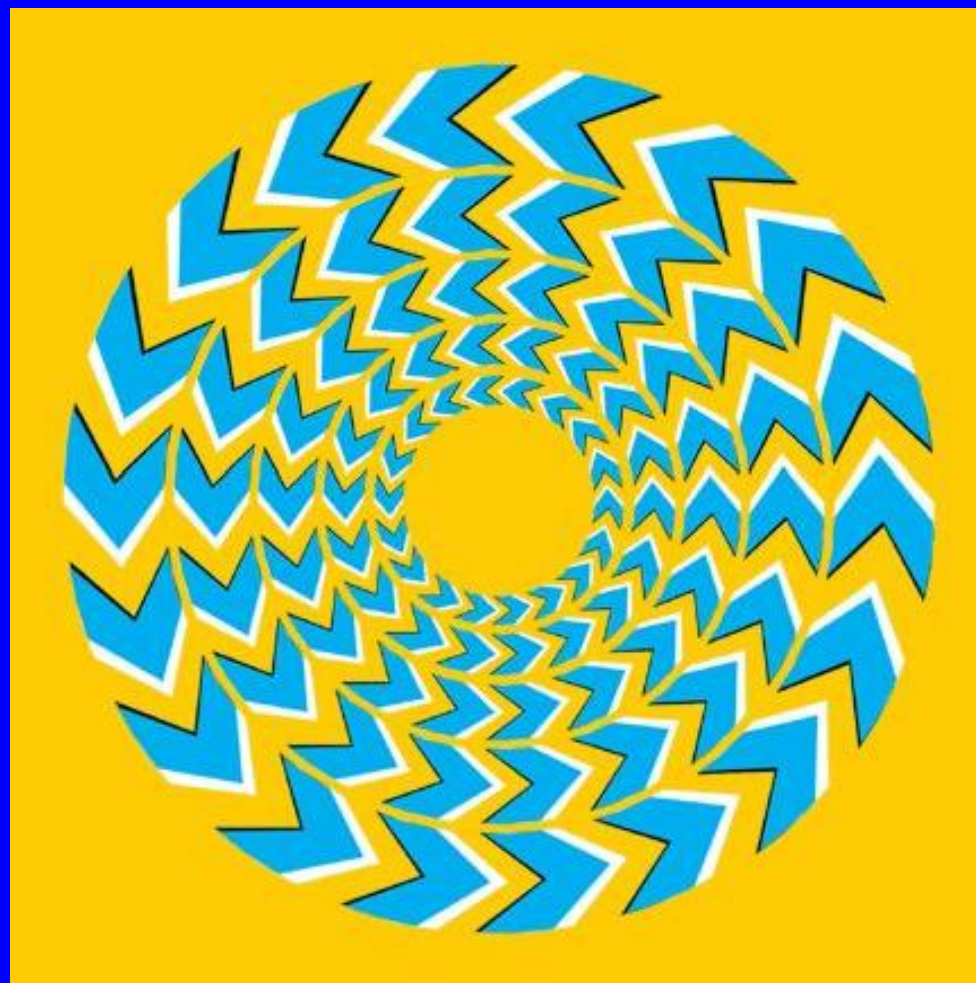
Мультипликация



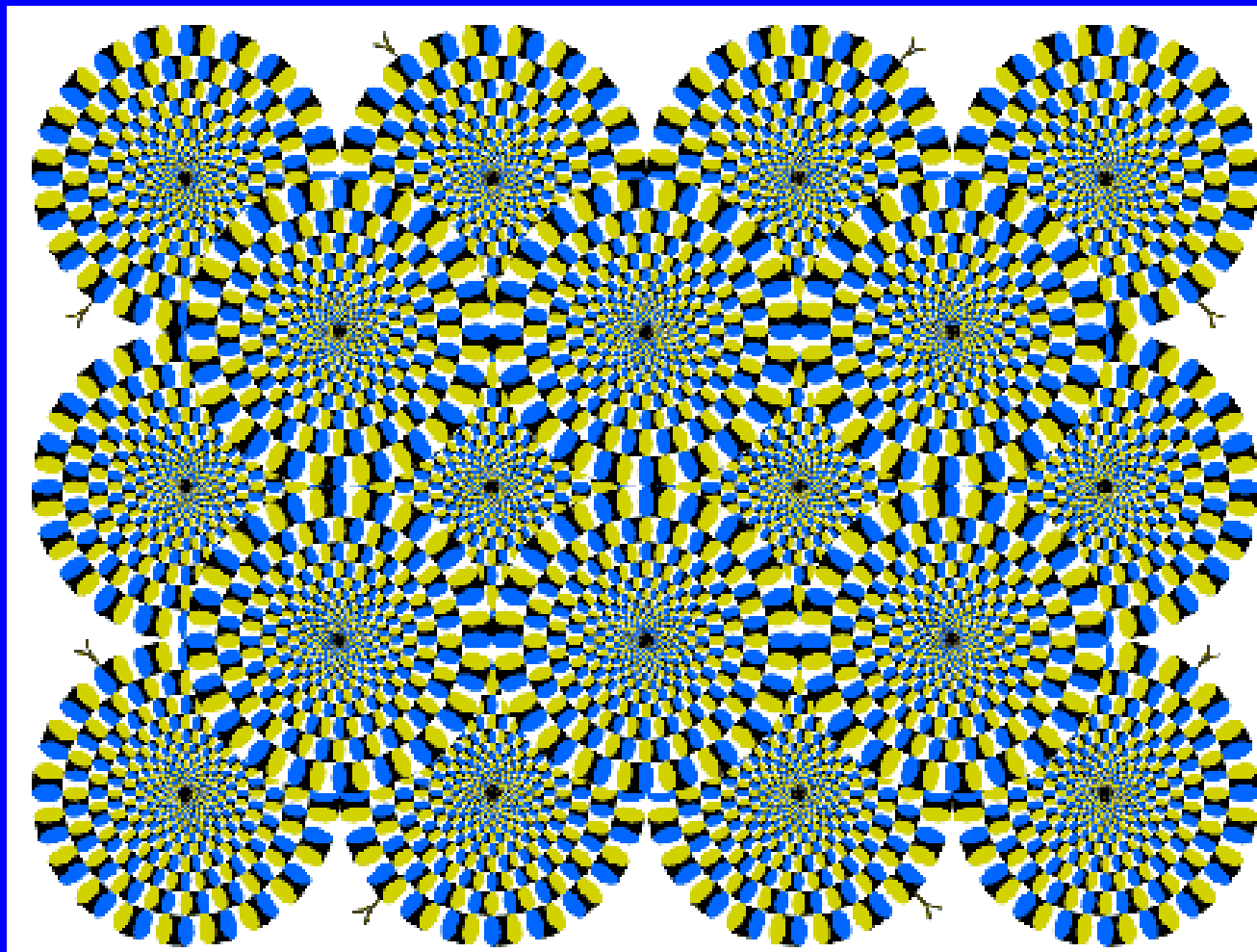
Движение



Движение



Движение



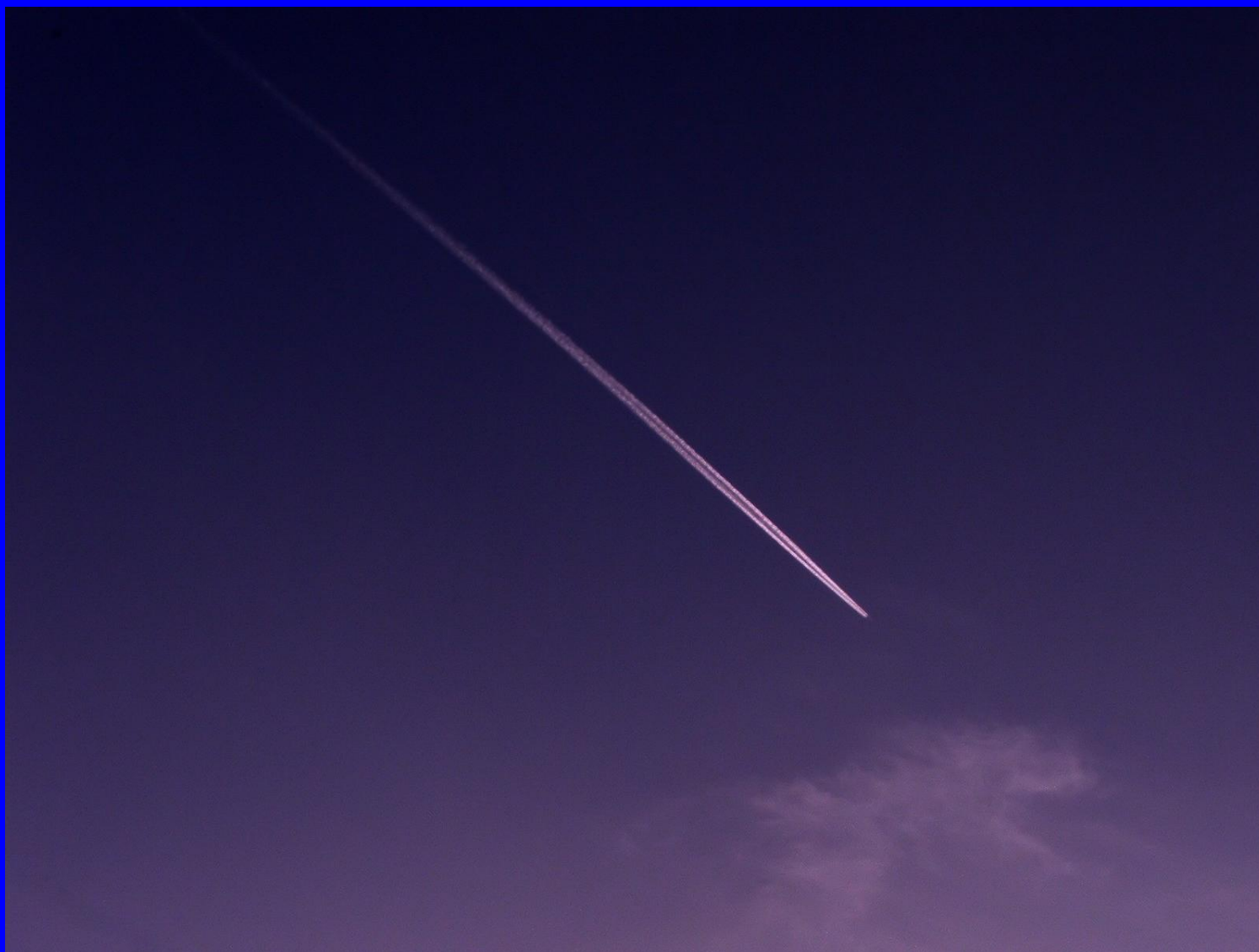
Движение



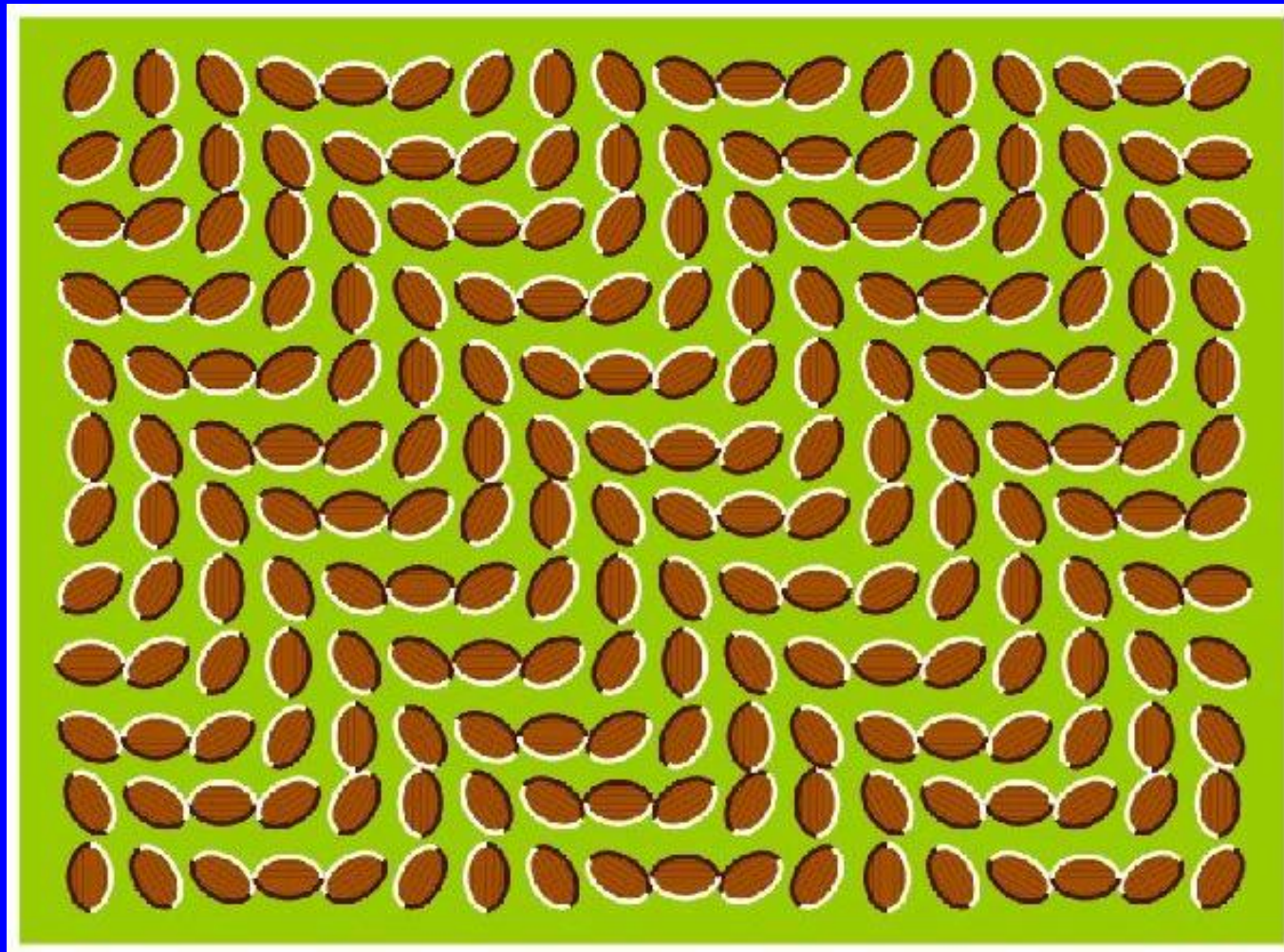
Признаки движения



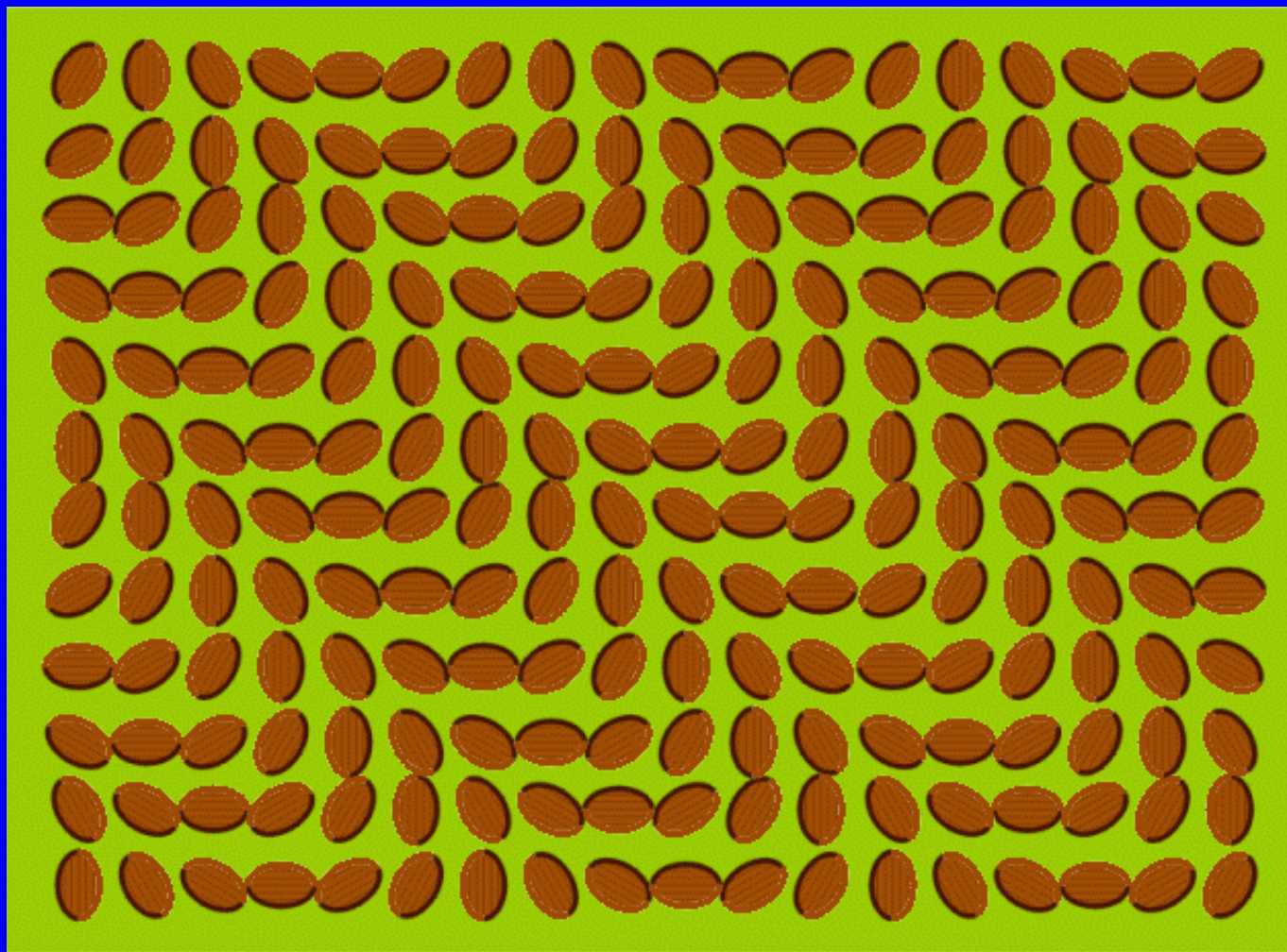
Признаки движения



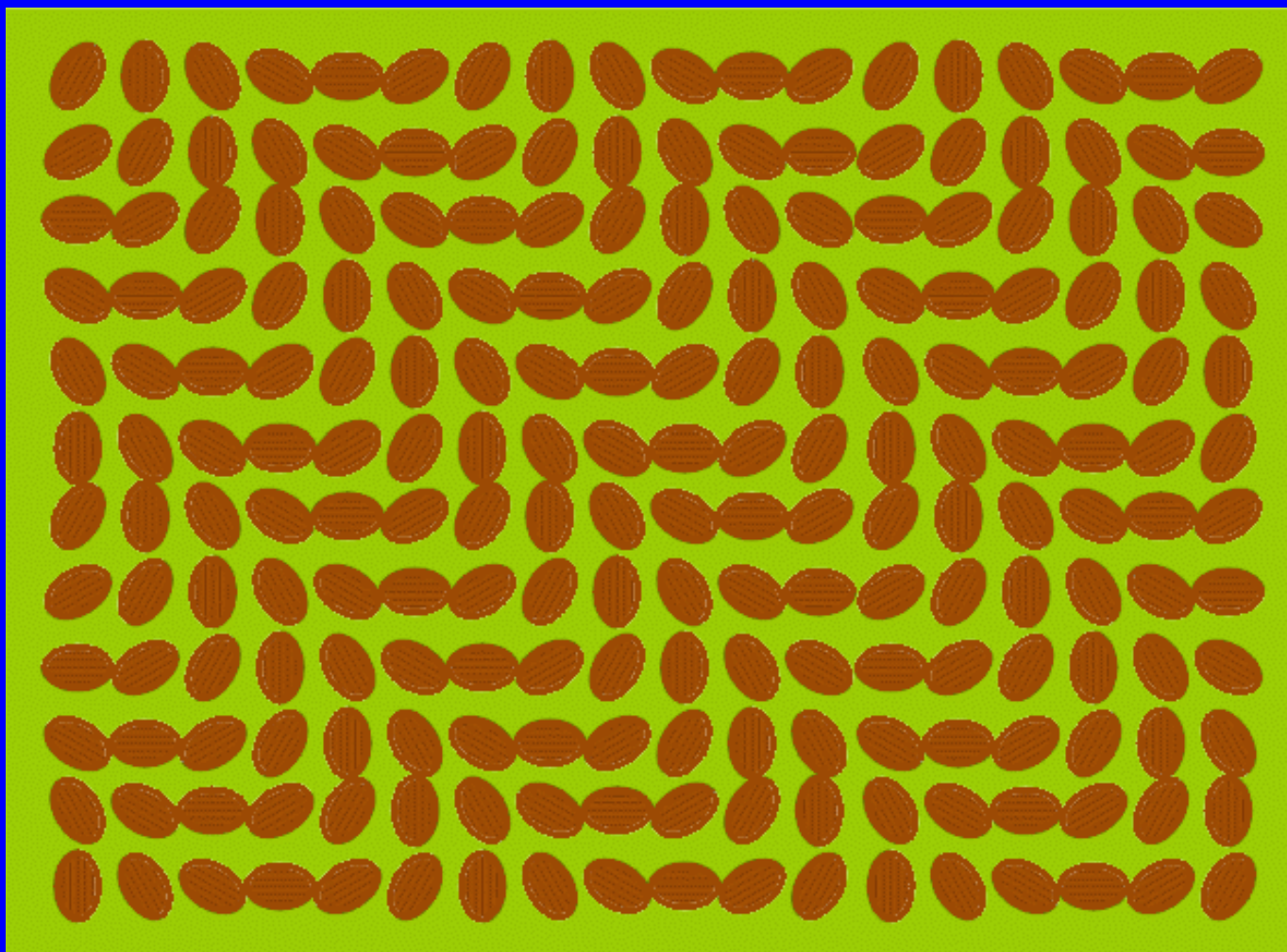
Движение



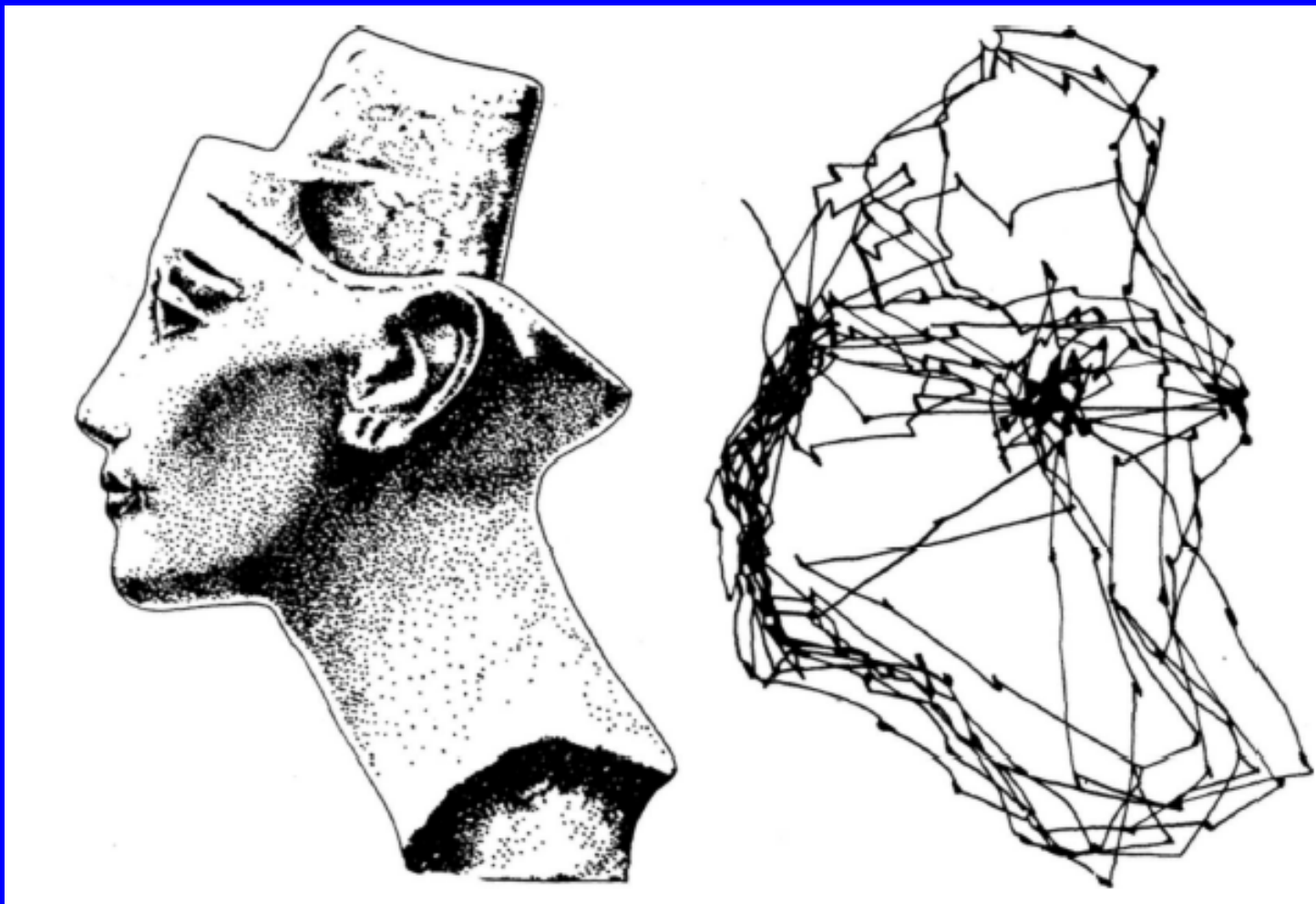
Движение



Движение



Движения глаз



Движение зрачка глаз

Движения глаз

Скачок (саккада)

0,01 с – 0,1 с, 0,1 – 1 град.,

происходит согласованно обоими зрачками.

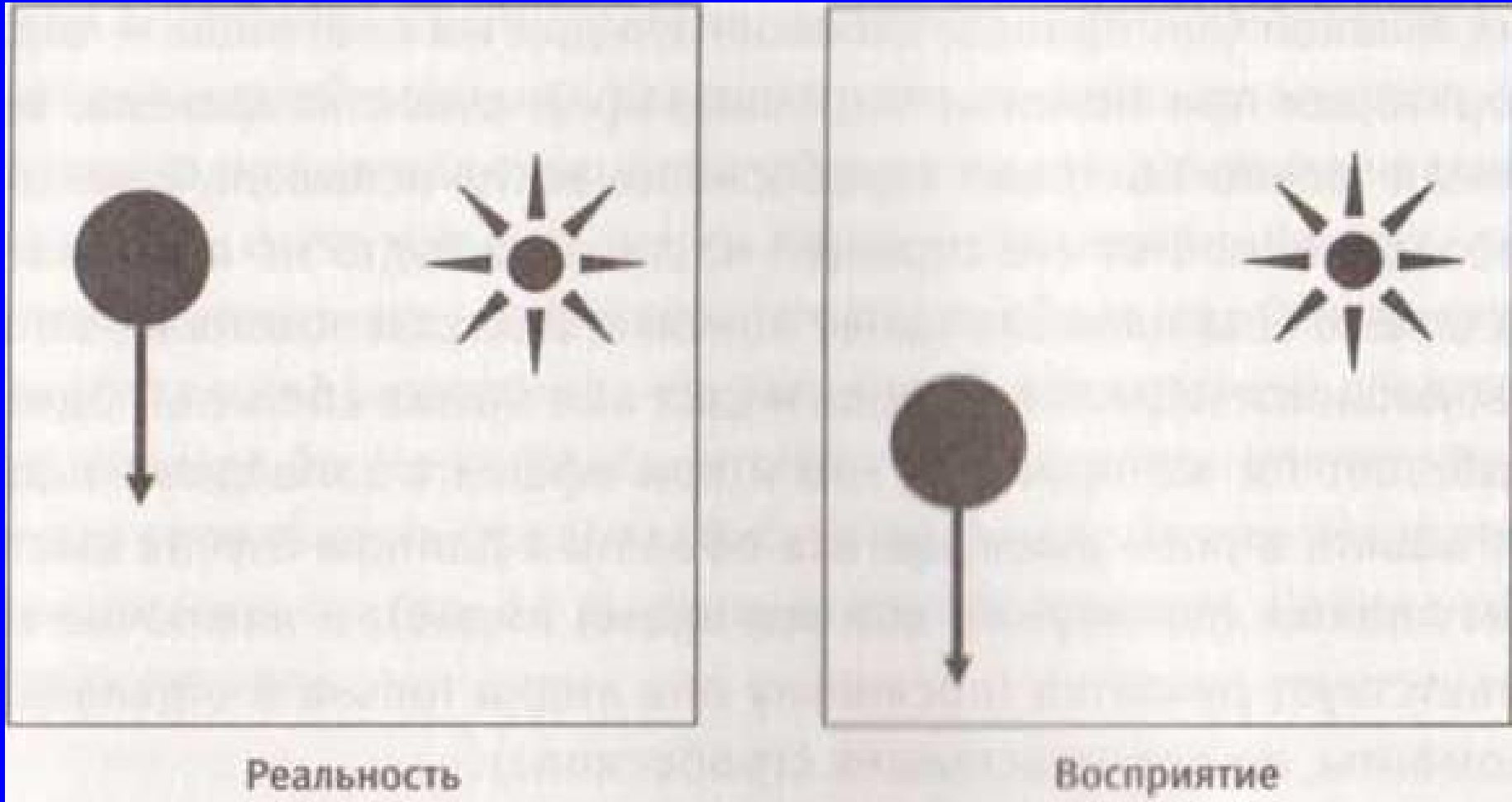
На время саккады сетчатка не активна!

Фиксация 0,2 – 0,6 с

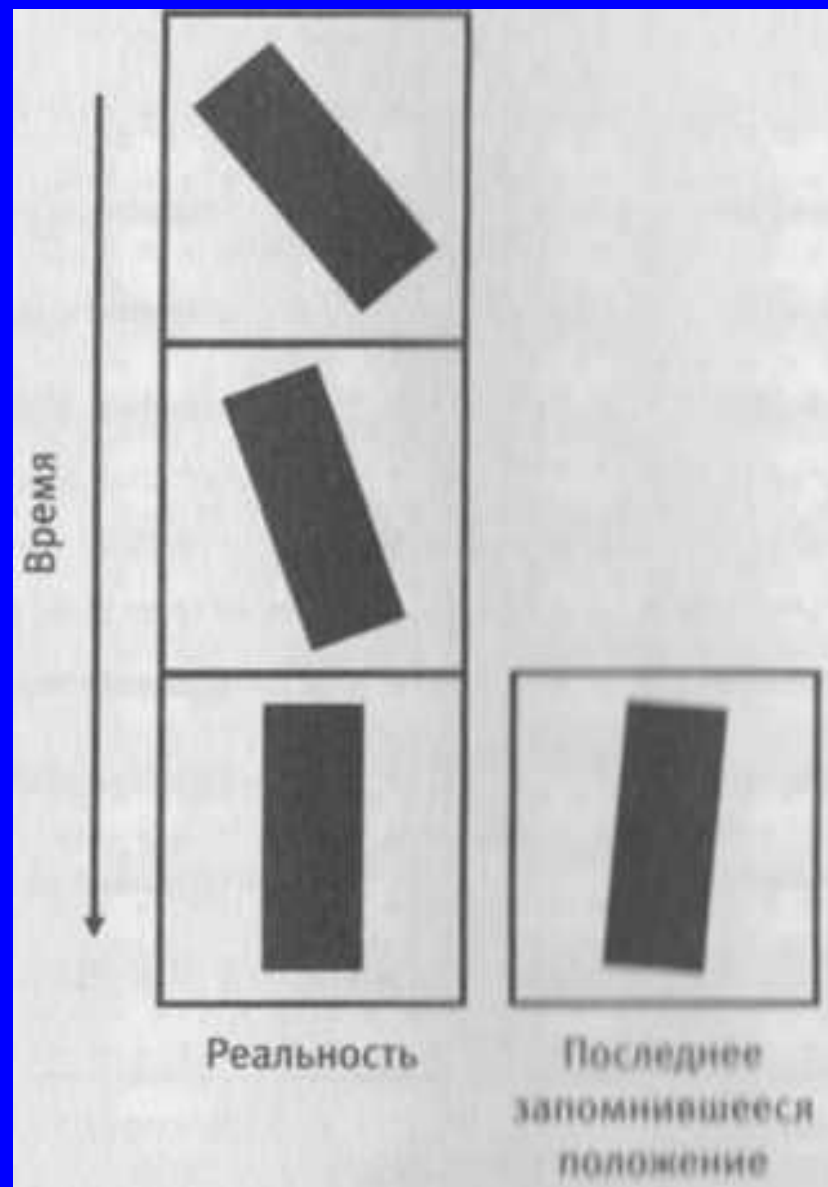
Тремор 20-150 раз/с, менее 0,01 град.

Нистгам – дремота

Способность предвидения



Способность предвидения



Спасибо за внимание

Рыжиков Сергей Борисович

sbr@physics.msu.ru