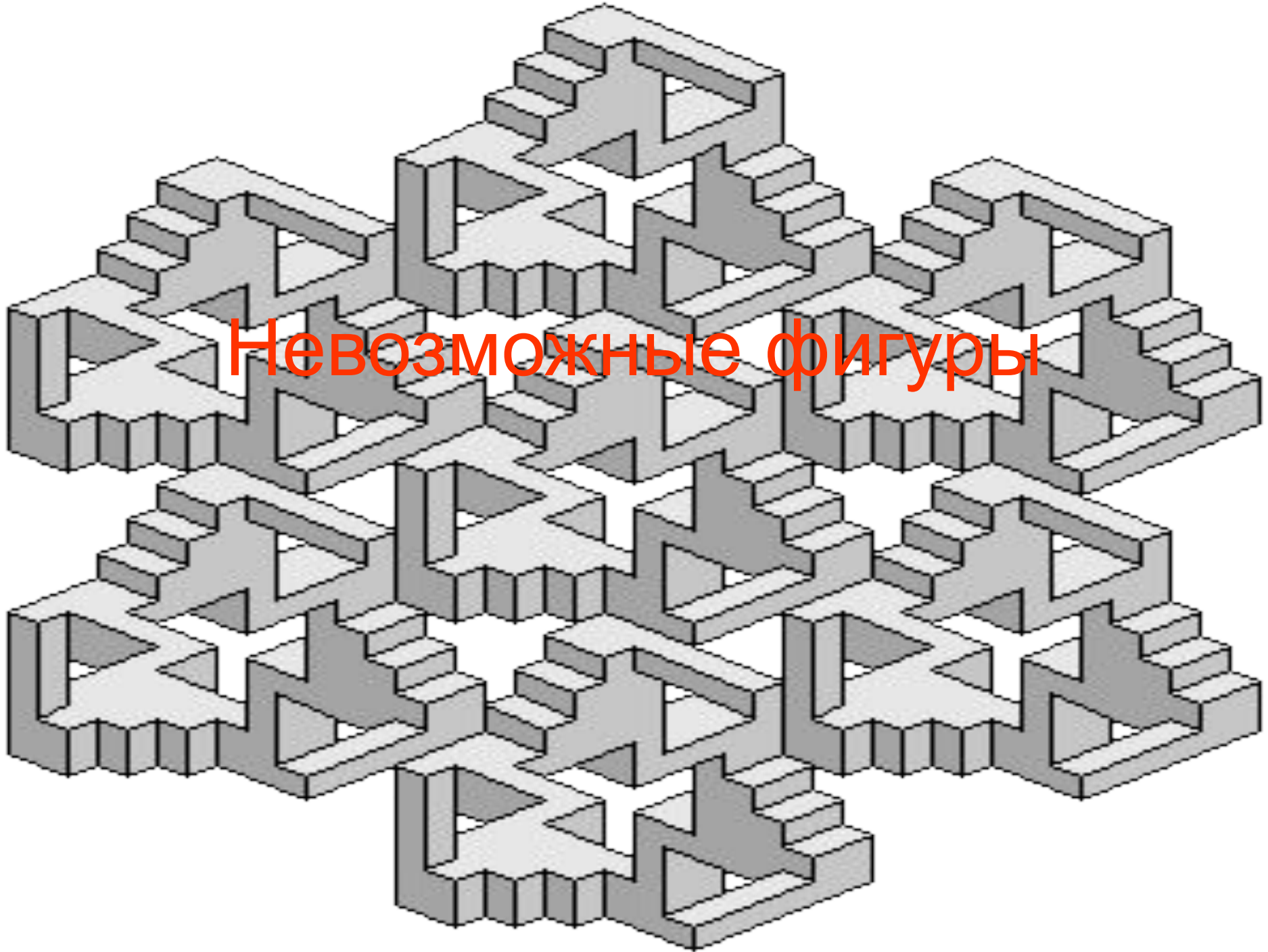


# Невозможные фигуры





# Оглавление

- Лента Мёбиуса
- Бутылка Клейна
- Невозможный треугольник
- Невозможный трезубец
- Невозможная лестница
- Кольца Борромео
- Ссылки

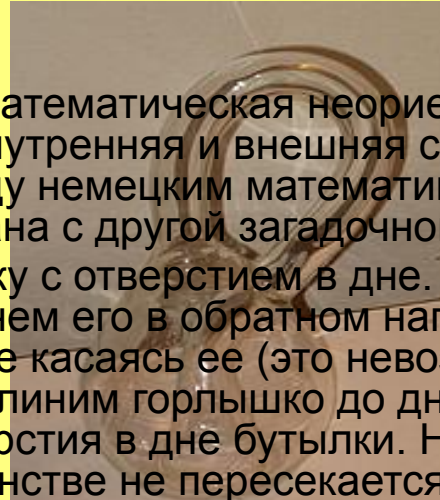
# Лента Мёбиуса

- Лента Мебиуса - трехмерная поверхность, имеющая только одну сторону и одну границу, обладающая математическим свойством неориентируемости. Она была открыта независимо одновременно двумя математиками из Германии Августом Фердинандом Мебиусом и Иоганном Бенедиктом Листингом в 1858 году.
- Одна из базовых невозможных фигур, невозможный треугольник, может быть представлен как лента Мебиуса, если сгладить некоторые его грани. При этом получится лента Мебиуса, описывающая три витка.
- Тесно связанным с лентой Мебиуса является загадочный объект - бутылка Клейна. Бутылка Клейна может быть создана склеиванием двух лент Мебиуса друг с другом вдоль их границ. Эта операция не может быть произведена в трехмерном пространстве без создания пересечений внутри фигуры.

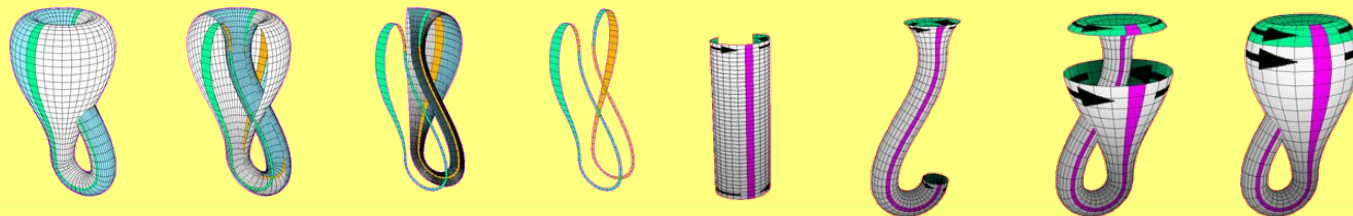




# Бутылка Клейна

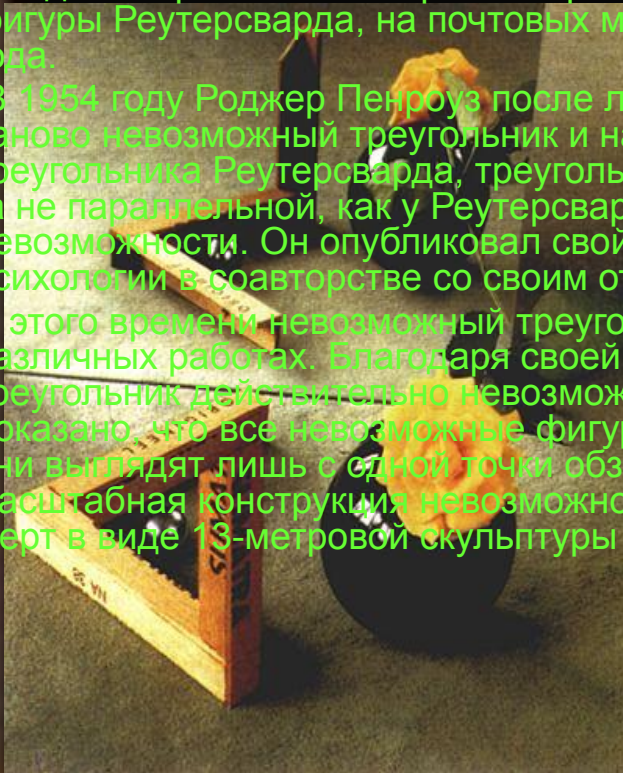
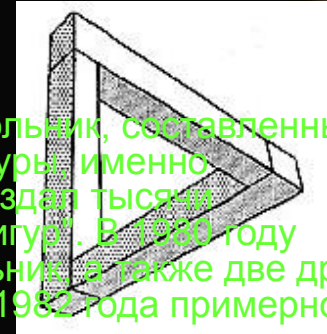


- **Бутылка Клейна** - это математическая неориентируемая поверхность, в которой неразличимы внутренняя и внешняя стороны. Бутылка Клейна впервые была описана в 1882 году немецким математиком Феликсом Клейном. Эта поверхность тесно связана с другой загадочной поверхностью - [лентой Мебиуса](#).
- Представим себе бутылку с отверстием в дне. Теперь мысленно удлиним горлышко бутылки, изогнем его в обратном направлении и направим внутрь бутылки сквозь стенку, не касаясь ее (это невозможно произвести в трехмерном пространстве), далее удлиним горлышко до дна бутылки и соединим края горлышка с краями отверстия в дне бутылки. Настоящая бутылка Клейна в четырехмерном пространстве не пересекается сама с собой.
- Если рассечь бутылку Клейна на две половинки вдоль плоскости симметрии, то получатся две зеркальных ленты Мебиуса. Фактически, возможно рассечь бутылку Клейна так, что получится одна лента Мебиуса.
- Бутылка Клейна может быть создана из одного цилиндра. Один из краев цилиндра загибается в обратную сторону, проходит сквозь цилиндр и склеивается с другим краем. Чтобы совершить это склеивание, необходимо исказить ширину цилиндра. На рисунке ниже показано это преобразование.



# Невозможный треугольник

- В 1934 году Оскар Реутерсвард создал первый невозможный треугольник, составленный из серии кубиков. Хотя многие художники создавали невозможные фигуры, именно Реутерсвард открыл новый мир фантазий. С тех пор Реутерсвард создал тысячи невозможных фигур. Сегодня он известен как "отец невозможных фигур". В 1980 году Шведское правительство решило разместить невозможный треугольник, а также две другие фигуры Реутерсварда, на почтовых марках, которые выпускались с 1982 года примерно два года.
- В 1954 году Роджер Пенроуз после лекции голландского графика М. К. Эшера открыл заново невозможный треугольник и нарисовал его в более привычной форме. В отличие от треугольника Реутерсварда, треугольник Пенроуза нарисован с использованием линейной (а не параллельной, как у Реутерсварда) перспективы, что придает ему больше невозможности. Он опубликовал свой треугольник в 1958 году в Британском журнале психологии в соавторстве со своим отцом Лайонелом Пенроузом .
- С этого времени невозможный треугольник появляется несчетное количество раз в различных работах. Благодаря своей популярности многие считают, что невозможный треугольник действительно невозможно воспроизвести в реальном мире, хотя сегодня доказано, что все невозможные фигуры на самом деле возможны. Только невозможными они выглядят лишь с одной точки зрения, а со всех других - обычной фигурой. Наиболее масштабная конструкция невозможного треугольника возведена в австралийском городе Перт в виде 13-метровой скульптуры из алюминия.





# Невозможный трезубец

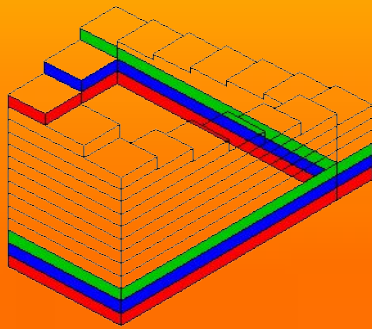


- Среди всех невозможных фигур особое место занимает невозможный трезубец.
- Если закрыть рукой верхнюю часть трезубца, то мы увидим вполне реальную картину - три круглых зуба. Если закрыть нижнюю часть трезубца, то мы тоже увидим реальную картину - два прямоугольных зубца. Но, если рассматривать всю фигуру целиком, то получается что три круглых зубца постепенно превращаются в два прямоугольных.
- Таким образом, можно увидеть, что передний и задний планы данного рисунка конфликтуют. То есть, то что было изначально на переднем плане уходит назад, а задний план (средний зуб) вылезает вперед. Кроме смены переднего и заднего планов в данном рисунке присутствует еще один эффект – плоские грани верхней части трезубца становятся круглыми в нижней.
- Никто не знает, кто первым придумал эту фигуру, потому что она появилась практически одновременно в различных изданиях в середине 60-х годов прошлого века. Наиболее известная иллюстрация Нормана Минго была напечатана на обложке журнала "MAD" в марте 1965 года.
- Принцип невозможного трезубца используется во многих невозможных фигурах, например [вот здесь](#).

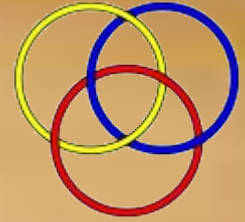


# Невозможная лестница

- Невозможная лестница - одна из базовых невозможных фигур. Ее еще иногда называют *бесконечной лестницей*. Если бы кто-то захотел бы подняться или спуститься по ней, то, пройдя совсем немного, он оказался бы в той же самой точке, откуда начал свой путь. Такую прогулку по лестнице можно продолжать до бесконечности, так и не сдвинувшись с начальной точки.
- Модель невозможной лестницы разработал английский биолог Лайонел Пенроуз со своим сыном - известным математиком Роджером Пенроузом. Она была первым невозможным объектом, который М. К. Эшер использовал в своем творчестве - в литографии "[Восхождение и спуск](#)", где изображен загадочный монастырь, на крыше которого воссоздана невозможная лестница.
- Рассмотрим более подробно невозможную лестницу (см. рис. ниже). Если двигаться по лестнице по часовой стрелке, то мы будем постоянно подниматься, а если будем двигаться против часовой стрелки, то – спускаться. Хотя может показаться, что такая конструкция невозможна в реальном мире, на самом деле (как и многие из невозможных фигур) невозможную лестницу можно представить в виде реальной модели. Секрет здесь кроется в том, что в реальной модели невозможной лестницы должен быть разрыв в районе правого угла (на рисунке), которого в данном случае не видно, так как точка обзора выбрана намеренно, чтобы скрыть этот разрыв.



# Кольца Борромео



- Кольца Борромео - одна из известных невозможных фигур, имеющая древнюю историю. Эта фигура основана на симметричной расстановке перекрывающихся друг друга колец. Предполагая, что все кольца плоские, такая фигура не может существовать в нашем мире. Для создания фигуры в трехмерном пространстве необходимы разрывы или искажения.
- В математике кольца Борромео состоят из трех топологических кругов, объединенных в соединение Брунниана (Brunnian link), таким образом при удалении из конструкции одного из колец мы получаем два разомкнутых кольца.
- Во все времена кольца Борромео служили символом "силы в единстве".





# ССЫЛКИ

- [Библиотека фигур, анимация, статьи и т.д.](#)
- [Изображения некоторых невозможных фигур](#)
- [Сайт про оптику и невозможное искусство](#)
- [Статья в Википедии](#)

