

УДК 514:698.7

## ТРИСЕКЦИЯ УГЛА КАК ХОРОШО ЗАБЫТЫЙ ИНСТРУМЕНТ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ И БЛАГОУСТРОЙСТВЕ ЗДАНИЙ

**Храмовских М.А.**

*Иркутский национально-исследовательский технический университет, Иркутск,  
e-mail: Hramovskih.misha@yandex.ru*

В данной статье описаны основные положения классической задачи о трисекции угла, то есть геометрическое построение трисектрис угла при помощи циркуля и линейки, рассмотрены различные механизмы предназначенные для деления угла на три равные части. Такие механизмы основаны на принципе равенства трёх определённых углов. Равенство этих углов доказывается различными признаками и теоремами геометрии. Механизмы, предназначенные для деления угла на три равные части, получили название трисекторов. В настоящее время существует достаточно большое число трисекторов, отличающихся друг от другом конструкцией, формой и материалами из которых они изготавливаются. Однако не существует универсального. Все трисекторы имеют ограниченный диапазон исходного угла, то есть угла, который необходимо разделить на три равные части. Таким образом, для каждого отдельного случая следует выбирать трисектор с наиболее подходящими параметрами. В данной исследовательской работе автором были самостоятельно изготовлены различные трисекторы, сконструирован собственный трисектор и написана компьютерная программа для трисекции угла, результатом которой является изображение разделённого угла, которое можно распечатать на принтере. Также рассмотрены области применения трисекции угла в строительстве и благоустройстве зданий.

**Ключевые слова:** трисекция угла, трисектор, деление угла на три равные части, строительство зданий, благоустройство зданий

## ANGLE TRISECTION AS A WELL-FORGOTTEN TOOL IN CONSTRUCTION AND IMPROVEMENT OF BUILDINGS

**Khromovskikh M.A.**

*Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, e-mail: Hramovskih.misha@yandex.ru*

This article describes the main provisions of the classical problem of the trisection of an angle, that is, the geometric construction of a trisection of an angle using a compass and a ruler, and various mechanisms for dividing an angle into three equal parts are considered. Such mechanisms are based on the principle of the equality of three certain angles. The equality of these angles is proved by various features and theorems of geometry. The mechanisms designed to divide the angle into three equal parts are called trisectors. Currently, there are quite a large number of trisectors, differing from each other in design, shape and materials from which they are made. However, there is no universal. All trisectors have a limited range of the initial angle, that is, the angle that must be divided into three equal parts. Thus, for each individual case, the trisector with the most appropriate parameters should be chosen. In this research work, the author independently produced various trisectors, designed his own trisector, and wrote a computer program for the trisection of an angle, the result of which is an image of a divided angle that can be printed on a printer. Also considered are the applications of the trisection of the angle in the construction and improvement of buildings.

**Keywords:** division of a corner into three equal parts, construction of buildings, improvement of buildings

Современное строительство уже нельзя представить без внешней архитектурной отделки здания, а также изысканных и весьма лаконичных интерьеров. Элементы архитектурной отделки зданий, некоторые принципы внутренней отделки жилища, а также предметы интерьера могут использовать деление угла на три равные части. Задача о делении угла берёт своё начало в 5 веке до нашей эры, когда необходимо было разделить угол на три равные части для сооружений архитектуры и строительной техники. Эта задача прошла долгий путь и в 1837 году французский математик Ванцель П.Л. доказал её классическую неразрешимость, то есть при помощи циркуля и линейки. Однако при помощи некоторых механизмов, основанных на геометрическом равенстве трёх углов, можно разделить произвольный

угол на три равные части. Такие механизмы, называемые трисекторами, могут быть весьма полезными, а иногда необходимыми для решения задач планирования и сооружения отдельных элементов интерьера или необычных форм здания. Рассмотрим основные трисекторы и их принципы действия.

*Трисекция угла при помощи линейки Невиса*

Имеется угол  $\sphericalangle\alpha = \sphericalangle\text{РОМ}$ . Необходимо построить угол  $\sphericalangle\beta$ , величина которого втрое меньше данного:  $\sphericalangle\alpha = \sphericalangle 3\beta$  (рис. 1).

Продолжим сторону ОМ исходного угла  $\alpha$  и построим на ней окружность произвольного радиуса  $a$ , и центром в точке О. Стороны угла пересекаются с окружностью в точках Р и М. Возьмём линейку Невиса, отложив на ней длину радиуса  $a$ , и постро-

им отрезок АВ. Получим угол  $\angle PAM$  равный одной трети исходного угла  $\angle \alpha$  [1] Этот способ является одним из самых известных, однако далеко не самым удобным.

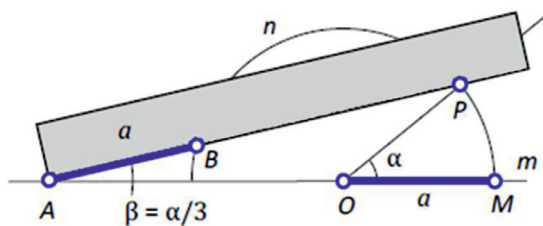


Рис. 1. Деление угла при помощи линейки Невиса

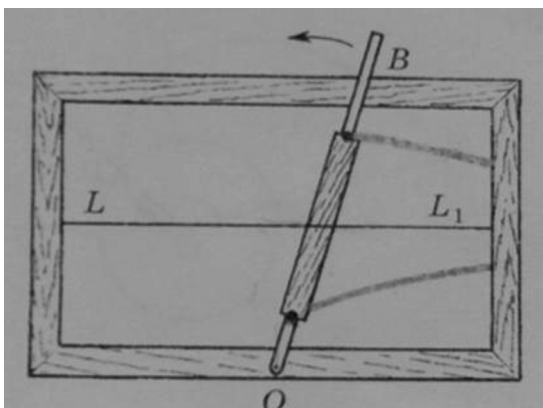


Рис. 2. Конхоидограф

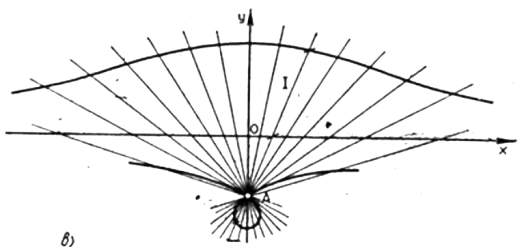
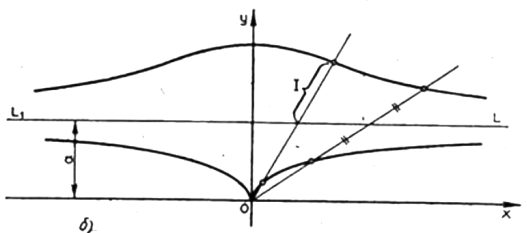
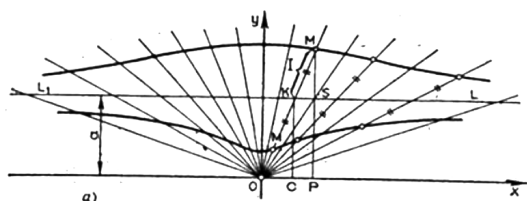


Рис. 3. Конхоиды Никомеда

### Конхоида Никомеда

В 3 веке до н.э. древнегреческий математик Никомед придумал любопытную кривую. Рассказав об этой кривой, Прокл Диадок назвал её Конхоидой (от греч. «конхе» – раковина). С помощью этой кривой Никомед разделил острый угол на три равные части (рис. 3). Для построения конхоиды Никомед сконструировал прибор – «Конхоидограф» (рис. 2). Конхоидограф представляет собой рамку, в которой натянута проволока (LL1), и рейка (OB), закреплённая с одной стороны, по которой перемещается втулка с закреплёнными карандашами. Втулка так же ходит по проволоке (LL1) [2, 3].

### Механизм Декарта

Французский математик Рене Декарт сконструировал механическое приспособление, позволяющее производить трисекцию угла (рис. 4). В этом механизме шарниры O, A, B, C и D закреплены и не могут передвигаться по рейкам, а шарниры E и F свободно передвигаются вдоль реек OE и OF. Необходимые условия:  $OA=OB=OC=OD$  и  $AE=CE=BF=DF$  [2]. Данный механизм достаточно прост в изготовлении, использовании и имеет довольно большой интервал деления угла. Минимальное и максимальное значение угла напрямую зависит от размеров инструмента и соотношения его основных сторон элементов между собой.

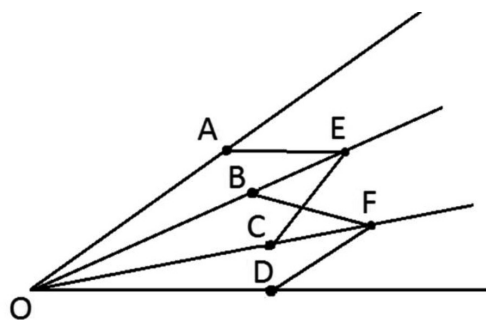


Рис. 4. Схема механизма Декарта

### Шарнирный трисектор

Представляет собой антипараллелограмм ABCD (рис. 5), к которому прикреплены ещё два подобных антипараллелограмма AFNB и AMLF (рис. 6, 7) [4]. Этот механизм интересен тем, что, используя такой алгоритм построения, можно разделить угол не только на 3 части, но и на 4,5 и более частей (рис. 8).

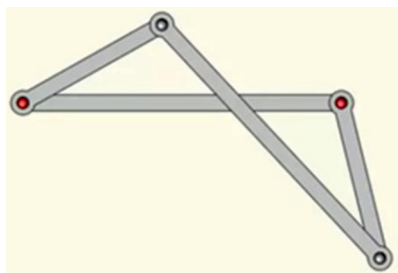


Рис. 5. Антипараллелограмм

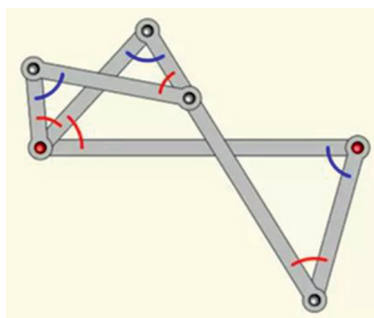


Рис. 6. Прикрепление подобного антипараллелограмма

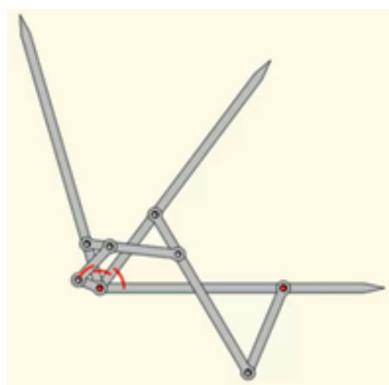


Рис. 7. Шарнирный трисектор

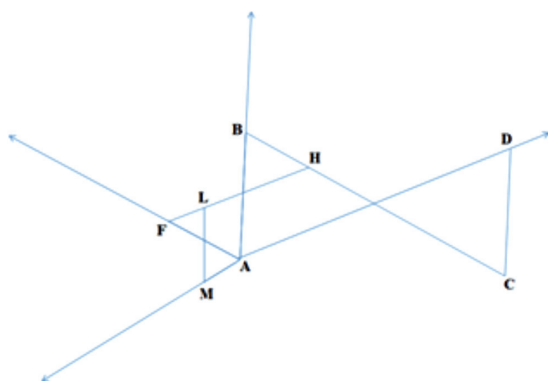


Рис. 8. Схема шарнирного трисектора

*Простейший трисектор из картона*

Данный трисектор состоит из нескольких геометрических фигур, расположенных так, что некоторые их элементы находятся в прямой зависимости друг между другом. Рассмотрим его подробнее (рис. 9):  $AB = BO$  ( $BO$  – радиус окружности  $O$ ).  $BD$  – имеет неограниченную длину. Помещать трисектор следует так, чтобы вершина угла  $S$  находилась на линии  $BD$ , одна сторона угла прошла через точку  $A$ , а другая сторона коснулась полукруга [5].

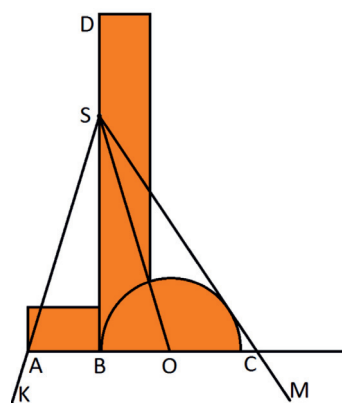


Рис. 9. Картонный трисектор и принцип его действия

*Собственный трисектор*

В процессе исследовательской работы были рассмотрены различные способы и виды трисекторов и, поняв принципы действия существующих трисекторов, был сконструирован собственный трисектор. Его конструкция схожа с механизмом Декарта, однако этот трисектор имеет конструктивные отличия (рис. 10). В этом механизме шарниры  $O, A, B, C, D$  закреплены не подвижно, а шарниры  $E$  и  $F$  передвигаются вдоль реек  $OB$  и  $OC$ . Также как в механизме Декарта и шарнирном трисекторе минимальное и максимальное значение исходного угла, который требуется разделить, зависит от размеров и соотношения сторон инструмента.

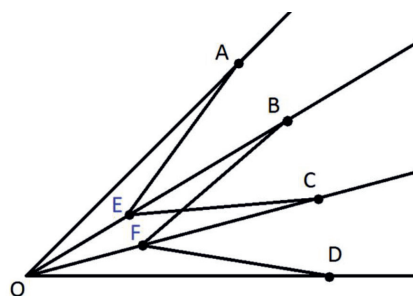
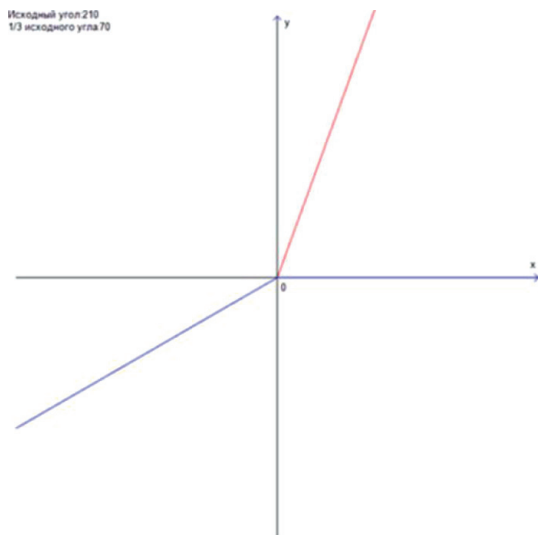


Рис. 10. Схема собственного трисектора

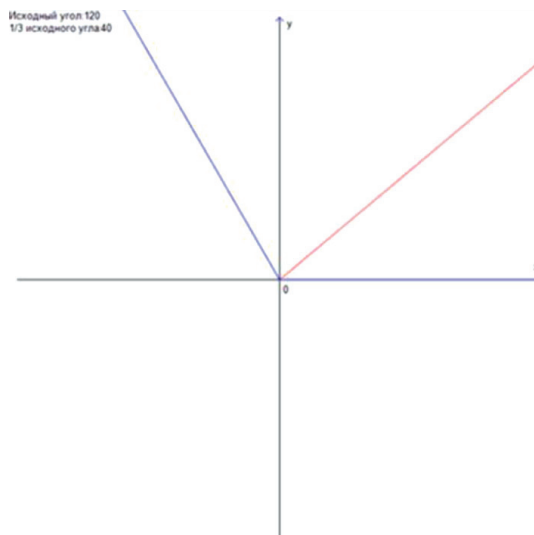
*Программа для трисекции угла*

Так как мы живём в эпоху электронно-вычислительной техники, то для удобства и увеличения точности трисекции угла была написана программа, которая позволяет разделить произвольный угол на три равные части и вывести графиче-

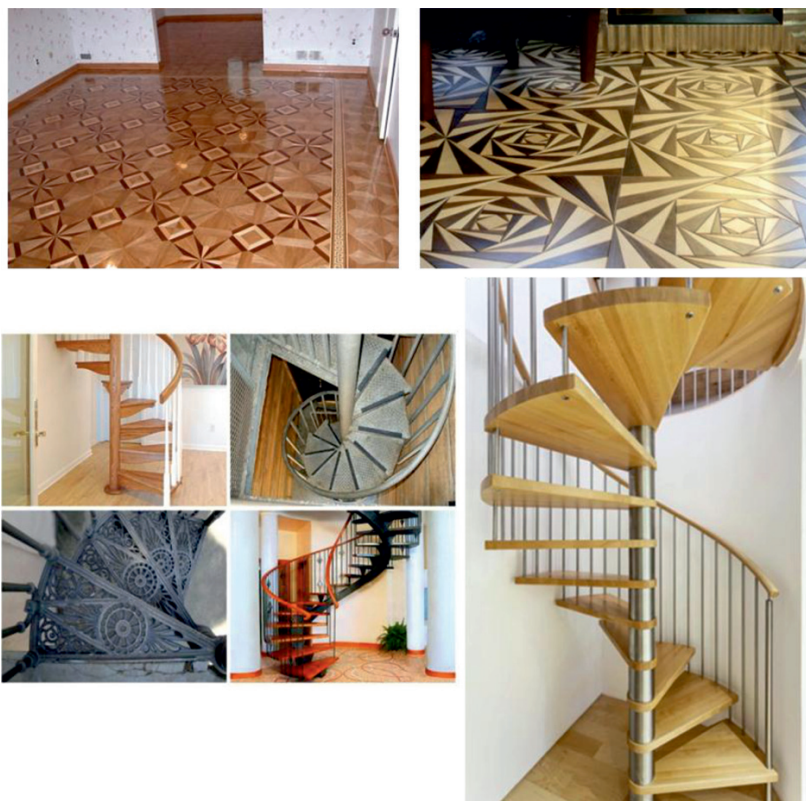
ское изображение разделённого угла на экран монитора, с которого впоследствии уже можно распечатать данное изображение на принтере, и тем самым выполнить деление угла (рис. 11, 12). Программа написана на языке программирования Pascal с использованием графического модуля GraphABC.



*Рис. 11. Пример 1 деления угла в программе*



*Рис. 12. Пример 2 деления угла в программе*



*Рис. 13. Примеры применения трисекции угла в строительстве*

*Применение трисекции угла*

Проведя теоретическое исследование и освоив принцип действия выше представленных приспособлений, их дальнейшее практическое применение возможно в следующих областях (рис. 13).

– Планирование и сооружение эркеров в зданиях;

– Планирование и сооружение сложных геометрических форм зданий;

– Проектирование и возведение винтовых лестниц, в которых ступенькой является треугольник. Однако число ступеней должно быть равно следующим числам: 3, 6, 9, 12, 18, 24, 27, 36 и далее, однако на большее число ступеней делить лестницу не целесообразно;

– Проектирование и производство фигурного паркета или нанесение на паркет рисунка.

**Список литературы**

1. Трисекция угла // Википедия [Электронный ресурс]. URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Трисекция\\_угла](https://ru.wikipedia.org/wiki/Трисекция_угла) (дата обращения: 11.02.2019).

2. Веленкин Н.Я., Шибасов Л.П., Шибасова З.Ф. За страницами учебника математики. Геометрия. Старинные и занимательные задачи: пособие для учащихся 10–11 классов. М.: Просвещение, 2008. 175 с.

3. Трисекция угла // Три великие задачи древности [Электронный ресурс] URL: [https://studwood.ru/507704/istoriya/trisektsiya\\_ugla](https://studwood.ru/507704/istoriya/trisektsiya_ugla) (07.02.2019).

4. Трисекция угла // Фонд «Математические этюды» [Электронный ресурс]. URL: <http://www.etudes.ru/ru/etudes/angle-trisection/> (07.02.2019).

5. Занимательная геометрия [Электронный ресурс] URL: [https://studme.org/166653/matematika\\_himiya\\_fizik/prosteyshey\\_trissktor](https://studme.org/166653/matematika_himiya_fizik/prosteyshey_trissktor) (07.02.2019).