

*Горьков Дмитрий Сергеевич,  
студент 2 курса  
Байкало-Амурский институт инженеров железнодорожного  
транспорта  
г. Тында, Амурская область*

## **ГДЕ ЗОЛОТОЕ СЕЧЕНИЕ ИСПОЛЬЗУЕТСЯ В СОПРОТИВЛЕНИИ МАТЕРИАЛОВ**

***Аннотация.** В статье демонстрируется, где можно использовать принцип золотого сечения в сопротивлении материалов. Показаны явления, инженерные расчёты, которые можно применить в задачах по сопротивлению материалов. Рассмотрены явления и практическое применение золотого сечения в них, которые связаны с сопротивлением материалов.*

***Ключевые слова:** золотое сечение, сопротивление материалов, сопромат, пропорция, ряд Фибоначчи.*

***Annotation.** The article demonstrates where the golden section principle can be used in the strength of materials. Phenomena, engineering calculations that can be applied in problems of the strength of materials are shown. The phenomena and practical application of the golden section in them, which are associated with the resistance of materials, are considered.*

***Keywords:** golden ratio, strength of materials, strength of materials, proportion, Fibonacci series.*

Стоит начать с основных терминов сопротивления материалов. Сопротивление материалов – это наука о методиках расчётов деталей и машин на прочность, жёсткость, устойчивость. Жёсткость – способность тела сопротивляться какой-либо деформации. Прочность – способность материала

не разрушаться под действием тех или иных внешних сил. Устойчивость - способность тела под воздействием внешних сил сохранять свою первоначальную форму.

В свою очередь, в нашем мире существует пропорция, которая делает восприятие человека на мир идеальным. Эту пропорцию начали исследовать еще с давних времен древнегреческие математики. Такую пропорцию называют «золотой». Немного углубимся в само понятие того, что же это такое. «Золотое сечение» – это деление непрерывной величины на две части таким образом, чтобы его меньшая часть соотносилась к большей так, как большая ко всей величине(рис. 1):

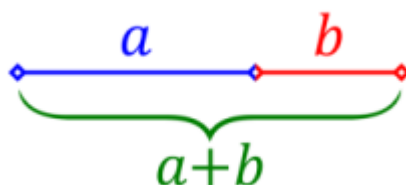


Рисунок 1. Золотое сечение

Если  $a + b = c$ , то  $c : b = b : a$  [2, с. 14].

Свойства «золотого сечения» интересовали ученых с древних времен. Именно поэтому эту пропорцию находят в архитектуре и скульптуре Вавилона и Древнего Египта. Эта пропорция находится в легендарной пирамиде Хеопса, в предметах из гробницы Тутанхамона, а также в различных произведениях искусства той эпохи. Геометрия плана гробницы фараона Древнего Египта Менеса построена с использованием пропорции, которую мы сейчас связываем с «золотым сечением». Также «золотое сечение» рассматривают в «золотом прямоугольнике». Отношение длин сторон «золотого прямоугольника» составляет приблизительно 1,618:1. 1,618034... – это иррациональное значение, бесконечная десятичная дробь без периода, число, что представляет собой пропорцию «золотого сечения». Данный прямоугольник примечателен тем, что если от него отрезать квадрат, то

получается вновь «золотой прямоугольник» и так до бесконечности. Такой прямоугольник широко рассматривается в современном мире (рис. 2) [2, с. 15].

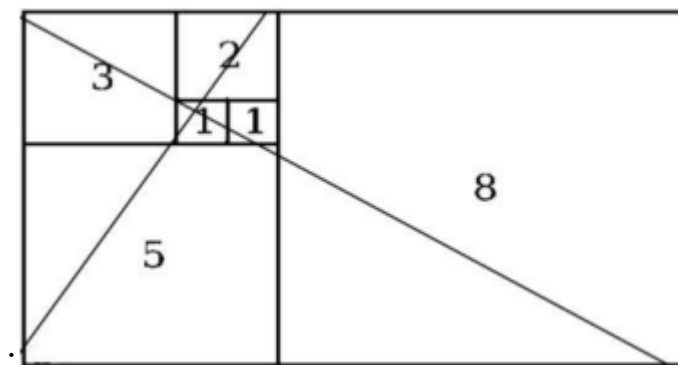


Рисунок 2. «Золотой прямоугольник»

Если у двух больших «золотых прямоугольников», провести по одной диагонали (изображено на рис. 2), которая принадлежит всем прямоугольникам и с помощью точки и самих фигур построить спираль. Эту спираль изучал древнегреческий математик Архимед и названа она в его честь – «спираль Архимеда» (рис. 3) [2, с. 16]:

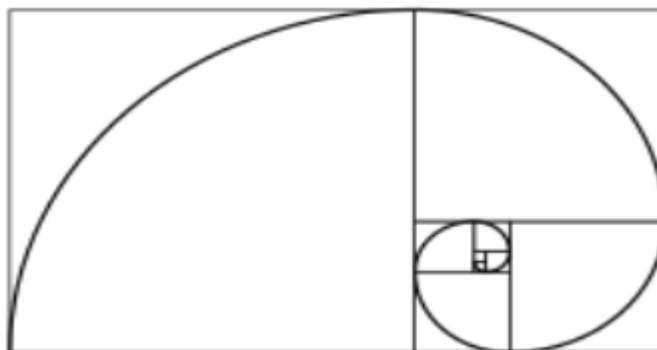


Рисунок 3. Спираль Архимеда»

Далее будут рассмотрены явления в сопротивлении материалов, где можно применять принцип золотого сечения:

В сопротивлении материалов применяется метод инженерных расчетов, который осуществляется через метод «золотого сечения» или «метод Фибоначчи». Стратегия поиска, лежащая в основе «метода Фибоначчи» основывается на числах Фибоначчи. С их помощью определяется эффективный последовательный порядок от точек отрезка, в которых нужно

вычислить значение целевой функции. Недостатком метода Фибоначчи является необходимость предварительного определения числа экспериментов (числа вычисления целевой функции). Однако при решении задачи оптимизации может быть заранее неизвестное желаемое число экспериментов. В этом случае используют метод «золотого сечения». В методе «золотого сечения» длина интервала неопределенности на каждом шаге уменьшается в раз. Окончательный интервал в методе «золотого сечения» всего лишь на 17% больше чем в «методе Фибоначчи». При реализации метода «золотого сечения» нет необходимости хранить в памяти, или же генерировать «числа Фибоначчи».

«Золотое сечение» также встречается при деформации сечения (золотые числа). И вновь, немного терминологии, для дальнейшего усвоения сказанного. Деформация – это искривление поперечного сечения из-за перемещения его точки в плоскости. Деформацию можно вписать не во всех профилях. Например, в замкнутых профилях, в которые можно вписать круг и в уголках или тавров(лепестковых сечениях) деформацию вписать нельзя.

Также, принцип золотого сечения используется во время решения задач по равномерному растяжению-сжатию пружин или же однородных стержней, в которых производится поиск точек симметрии.

«Золотое сечение» – это и проявление ассиметричной симметрии, сюда же относятся понятия статической и динамической симметрии, которые широко употребляются в сопротивлении материалов, а также в различных видах точных наук. Подметим, что статическая и динамическая симметрии выражают равновесие/покой и движение/подвижность. В статике используются равные величины и отрезки, а в динамике – изменяющиеся: уменьшающиеся/увеличивающиеся, что довольно часто выражено в величинах «золотого сечения» (числа возрастающего ряда или убывающего ряда) [1, с. 89].

Стоит также отметить, что для расчёта бруса на прочность при кручении, растяжении – сжатии нужно определять опасные сечения. Если размеры поперечного сечения на длине бруса постоянные, то безопасными будут сечения, крутящие моменты которых постоянны. График, позволяющий показать закон применения крутящих моментов, называется эпюрой крутящих моментов. В данном случае, рассчитываются самые выгодные сечения при различных деформациях, в свою очередь они тесно взаимосвязаны с принципом “золотого сечения”.

Также для повышения рациональности сечений с точки зрения расхода материала желательно располагать материал балки возможно дальше от нейтральной оси, т.е. в области действия наибольших нормальных напряжений, которая также рассчитывается при помощи «золотого сечения». Например, образуя из прямоугольного сечения двутавровое путем удаления части материала, можно существенно увеличить отношение  $W/F$ . Наиболее рациональным является двутавровое сечение, так как в этом случае требуется меньший расход материала. Отметим, что выбор типа сечения балки зависит также от конструктивных, технологических и многих других факторов.

Отдельно стоит отметить работы Коробко В.И. В работах Коробко В.И. было установлено, что основные интегральные физико-механические характеристики каждого плоского элемента для строительной конструкции связаны с золотым сечением. При использовании этой связи разработан способ, при котором организуется неразрушающий контроль за качеством строительства, что тоже может помочь в расчётах по сопротивлению материалов. [4].

В таблице 1 представлены некоторые явления и процессы, а также их практическое значения, подчиняющиеся принципу золотого сечения.

Таблица 1. «Явления и их практическое применение»

Явление/процесс/тема	Краткое описание	Практическое значение	Авторы исследования
Оптимальные размеры плит перекрытия	Расстояние между характерными точками плит перекрытия подчиняются золотой пропорции	Наиболее жесткой является плита с отношением сторон, близким к 1,6	Васильков Г.В.
Колебания упругих систем	Установлена связь между частотой колебаний и максимальным статическим прогибом, равная золотой пропорции	Уменьшение прогибов при колебаниях	Коробко В.И.
Яйцевидные оболочки	У данных оболочек происходит плавный переход через максимум меридиональных напряжений, выявлено, что сами напряжения значительно меньше, чем у других оболочек. Геометрические соотношения ограничены золотой пропорцией	Имеют повышенную прочность	Коробко В.И.
Арочная крепь	Состоит из криволинейного	Повышение устойчивости	Коробко В.И.

	элемента и бокового элемента с искривлённым верхом. Наиболее рациональное построение достигается через отношения $R_c/R_b=d^{1/2}$	горных выработок	
Шланги	Представляют собой бесконечно вытянутую цилиндрическую оболочку. С помощи теории упругости, искомый угол навивки можно получить через золотое сечение	Широкое применение при работе над высоким давлением	Коробко В.И.

Итак, принимая во внимание все выше сказанное, мы поняли, что золотое поперечное сечение широко применяется в природе и в математических науках, например, как: «золотой прямоугольник», «спираль Архимеда» и другие вариации. Также, мы узнали, что и в сопротивлении материалов правило «золотого сечения» работает.

Главное предназначение «золотого сечения» – быть геномом или кирпичиком в строении, формировании и развитии, внося свойственный динамизм в ассиметричную симметрию [6, с. 56].

Применение «золотого сечения» в сопротивлении материалов обеспечивает:

- сбалансированность конструкции;
- увеличение опорной поверхности;
- гармоничное сочетание пропорции и композиции и др. [3, с. 155]

## Список литературы:

1. Азович А.И. От золотой пропорции к ее «производным» // М.: «Школа-Пресс», – 2020. – №3. – 96 с.
2. Антропов В.А., Казекина В.Н. Золотое сечение. В сборнике: Актуальные вопросы науки и хозяйства: новые вызовы и решения Сборник материалов ЛП Международной студенческой научно-практической конференции. 2020. – С. 14-16.
3. Аракелян Г. Математика и история золотого сечения / Г. Аракелян. – М.: Логос, 2019. – 404 с.
4. Коробко В.И. Золотая пропорция и проблема гармонии систем. – М.: Изд-во Ассоциации строительных вузов стран СНГ, 1998 – 373 с.
5. Коробко В.И. Изопериметрический метод в строительной механике: Теоретические основы изопериметрического метода Т.1. – М: Изд-во Ассоциации строительных вузов стран СНГ, 1997 – 396 с.
6. Мир математики: в 40 т. Т. 1: Фернандо Корбалан. Золотое сечение. Математический язык красоты: пер. с англ. – М.: Де Агостини, 2018. – 160 с.