

УДК 72.01      doi: 10.31650/2519-4208-2019-19-298-310

## ГЕОМЕТРИЧЕСКИЙ КОЭФФИЦИЕНТ ЕСТЕСТВЕННОГО ОСВЕЩЕНИЯ И ЗОЛОТОЕ СЕЧЕНИЕ

**Василенко А.Б.**, доктор архитектуры, профессор кафедры дизайна архитектурной среды  
**Сташенко М.С.**, ассистент кафедры дизайна архитектурной среды  
**Намчук А.В.**, ассистент кафедры дизайна архитектурной среды  
**Танирвердиев А.Д.**, студент архитектурно-художественного института  
*Одесская государственная академия строительства и архитектуры*

**Аннотация.** Анализируются значения геометрического коэффициента при расчете бокового естественного освещения внутренних пространств помещений и сравниваются с числами Фибоначчи и с формулой золотого сечения. Познания пропорциональных отношений являются основными в архитектуре, физике, искусстве, космосе, биологии. При глубоком анализе роли пропорций особое внимание уделяется золотому сечению. Человек различает окружающие предметы по форме. Форма, в основе построения которой лежат сочетание симметрии и золотого сечения, способствует наилучшему зрительному восприятию и появлению ощущения красоты и гармонии. Целое всегда состоит из частей, части разной величины находятся в определенном отношении друг к другу и к целому. Правило золотой пропорции превратилось в академический канон. В конце XIX – начале XX века появилось немало формалистических теорий о применении золотого сечения в произведениях архитектуры и искусства. С развитием архитектуры, дизайна, технической эстетики действие закона золотого сечения распространилось на проектирование конструкций и мебели и т.д.

**Ключевые слова:** геометрический коэффициент естественного освещения, солнечный свет, золотое сечение, числа Фибоначчи.

## ГЕОМЕТРИЧНИЙ КОЕФІЦІЄНТ ПРИРОДНОГО ОСВІТЛЕННЯ І ЗОЛОТИЙ ПЕРЕТИН

**Василенко О.Б.**, доктор архітектури, професор кафедри дизайну архітектурного середовища  
**Сташенко М.С.**, асистент кафедри дизайну архітектурного середовища  
**Намчук А.В.**, асистент кафедри дизайну архітектурного середовища  
**Танірвердієв А.Д.**, студент Архітектурно-художнього інституту  
*Одеська державна академія будівництва та архітектури*

**Анотація.** Аналізуються значення геометричного коефіцієнта при розрахунку бічного природного освітлення внутрішніх просторів приміщень і порівнюються з числами Фібоначчі і з формулою золотого перетину. Пізнання пропорційних відносин є основними в архітектурі, фізиці, мистецтві, космосі, біології. При глибокому аналізі ролі пропорцій особлива увага приділяється золотий перетину. Людина розрізняє навколишні предмети за формою. Форма, в основі побудови якої лежить поєднання симетрії і золотого перетину, сприяє найкращому зоровому сприйняттю і появі відчуття краси і гармонії. Ціле завжди складається з частин, частини різної величини знаходяться в певному відношенні одна до одної і до цілого. Правило золотий пропорції перетворилося в академічний канон. В кінці XIX – початку XX століття з'явилося чимало формалістичних теорій про застосування золотого перетину в творах архітектури і мистецтва. З розвитком архітектури, дизайну, технічної естетики чинність закону золотого перетину поширилася на проектування конструкцій і меблів і т.д.

*Ключові слова:* геометричний коефіцієнт природного освітлення, сонячне світло, Золотий перетин, числа Фібоначчі.

## GEOMETRIC COEFFICIENT OF NATURAL LIGHTING AND "GOLDEN SECTION"

**Vasilenko A.**, Doctor of Architecture, Professor of the Department Architectural Environment

**Stashenko M.**, assistant of the Department Architectural Environment

**Namchuk A.**, assistant of the Department Architectural Environment

**Tanirverdiyev A.** student of the architectural-artistic institute

*Design Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture*

**Abstract.** The values of the geometrical coefficient are analyzed in the calculation of the lateral natural illumination of the interior spaces of the premises and are compared with the Fibonacci numbers and with the Golden Section formula. The knowledge of proportional relations is fundamental in architecture, physics, art, cosmos and biology. With a deep analysis of the role of proportions, special attention is paid to the Golden Section. A person discerns surrounding objects in form. The form, which is based on the combination of symmetry and golden section, contributes to the best visual perception and the appearance of a sense of beauty and harmony. The whole always consists of parts; parts of different sizes are in a certain relation to each other and to the whole. The rule of the golden proportion has become an academic canon. In the late nineteenth and early twentieth centuries, many formalistic theories about the use of the Golden Section in works of architecture and art appeared. With the development of architecture, design, technical aesthetics, the law of the Golden Section extended to the design of structures and furniture. Established predecessors in the work identified aspects of research. The aspect (integration, technological, aesthetic, innovative) was further developed in the study of the author. Among the many scientific papers on the problems of insolation and solar protection, a number of areas are distinguished: analytical, theoretical, experimental, biological, hygienic, aesthetic. Morphological, functional and bactericidal (the effect of solar radiation) reactions of the light environment are of great practical importance in modern buildings. Among the factors that determine the quality of the environment, light occupies an important place. The architectural light environment largely depends on the nature of the light climate. Sunlight has a huge impact on environmental design. The luminous flux forms a certain level of environmental comfort, durability of objects, economical solutions, artistic expression. The relevance of the topic is predetermined by the need to improve the scientifically based methodology for the design of residential and public buildings, taking into account modern lighting facilities. Until now, this problem has not been considered comprehensively. This was a prerequisite for the formulation of the purpose and objectives of our study.

**Key words:** geometric coefficient of natural light, sunlight, Golden Section, Fibonacci numbers.

**Постановка проблеми. Актуальність.** Современные проблемы обеспечения качественной архитектурной среды в городах, психологического комфорта для жизнедеятельности людей, эффективного использования эстетического потенциала естественного света и инновационных промышленных световых технологий является чрезвычайно важными, о чем свидетельствуют обсуждения их на саммитах, посвященных проблемам изменений климата (Климатический саммит ООН, г. Копенгаген, 17.01.2010 г., «Международный саммит энергетики будущего 2014» в Абу-Даби, 18-22 января 2014 г.). В контексте устойчивого развития экологические проблемы жизнедеятельности населения рассматривались также на «Международном саммите устойчивого развития» (Йоганнесбург, 2002 г.) и на Саммите по вопросам Земли в Рио-де-Жанейро («Программа 21», на конференции ООН относительно целей устойчивого развития «Rio+20» (до 2015 г.), на мировом архитектурном Саммите WAF 2009 (Барселона, 2009 г.).

Таким образом, проблема формирования световой среды в архитектуре зданий и сооружений находится не только в центре социального внимания, но и в сфере неотложных вопросов экологии, архитектуры и градостроения.

Основными исследованиями в отрасли теории солнечной радиации и расчетов инсоляции в строительстве являются труды: Д.В. Бахарева, В.К. Беликовой, В.О. Белинского, С.И. Ветошкина, Н.Ф. Галанина, М.М. Гусева, Н.М. Данцига, Л.Л. Дашкевича, В.А. Дроздова, Б.О. Дунаева, О.В. Ершова, О.У. Зеленко, Н.Н. Киреева, Д.Н. Лазарева, Д.С. Масленникова, Е.В. Пугачев., И.Н. Скриль, С.И. Скриль, И.С., Суханова Г.В., Щелейховского, Ф.Ф. Ерисмана. Среди зарубежных авторов следует выделить работы: Р. Гопкинсон, К.Л. Коулсон, Е. Нииман, А. Олгей, П. Петербридж, Г. Плейжел, Х. Ронге, Л. Хольм.

В эпоху Возрождения художники открыли, что любая картина имеет определенные точки, невольно приковывающие наше внимание, так называемые зрительные центры. При этом абсолютно не важно, какой формат имеет картина – горизонтальный или вертикальный. Таких точек всего четыре, и расположены они на расстоянии  $3/8$  и  $5/8$  от соответствующих краев плоскости. Это открытие у художников того времени получило название золотое сечение картины, поэтому для того, чтобы привлечь внимание к главному элементу фотографии, необходимо совместить этот элемент с одним из зрительных центров.

Архитектурная форма как объект визуального искусства оценивается преимущественно на основе зрительных впечатлений, возможных лишь при наличии света.

Среди факторов, определяющих качество среды, важное место занимает световая среда, которая во многом зависит от характера светового климата. Солнечный свет оказывает всеобъемлющее влияние на архитектуру, формируя во взаимодействии с ней определенный уровень комфортности среды, долговечности объектов, экономичности решений и художественной выразительности.

Актуальность темы предопределена потребностью совершенствовать научнообоснованную методику проектирования жилых и общественных зданий с учетом современных световых средств, которая до нынешнего времени комплексно не рассматривалась, что стало предпосылкой для формулировки цели и заданий нашего исследования.

**Связь работы с научными программами, темами.** Тема исследования связана с государственными программами Украины, а также с программами Международной и Украинской академии архитектуры, нацеленными на формирование комфортной световой среды.

Исследование ориентировалось на содержание государственных документов в отрасли строительства и архитектуры: «Отраслевая программа повышения энергоэффективности в строительстве на 2010-2014 годы» и Постановление Кабинета Министров Украины №7 от 05.03.2014 года «Об утверждении Государственной целевой научно-технической программы», «Разработка и внедрение энергохранящих светодиодных источников света и осветительных систем на их основе».

**Научное и практическое состояние изученности проблемы** формирования световых средств в архитектуре рассматривается авторами работы, начиная с трудов Гиппократ, Геродота, Палладио. Проведенный ретроспективный анализ объектов из истории архитектурных стилей и региональной архитектуры Запада и Востока подтверждает, что зодчие прошлого широко использовали естественный свет в качестве ведущего средства архитектурно-художественной композиции, а феномен света - в качестве психологического средства влияния на эмоциональный мир человека, программирования его реакции на окружающее архитектурное пространство.

Основанными предшественниками в работе установлены аспекты исследований. Аспект (интеграционный, технологический, эстетический, инновационный) получил

дальнейшее развитие в исследовании автора. Среди множества научных работ по проблемам инсоляции и солнечной защиты выделяется ряд направлений: аналитический, теоретический, экспериментальный, биологический, гигиенический, эстетический. Большое практическое значение в современных зданиях имеют морфологические, функциональные и бактерицидные (эффект солнечного излучения) реакции световой среды. Архитектурно-художественную роль искусственного освещения в архитектуре интерьера общественных зданий определили Н.В. Оболенский, А.С. Щипанов. Исследованием влияния освещения на выявление пластики формы занималась О.В. Кривенко.

**Цель исследования** – проанализировать и определить значения геометрического коэффициента естественного освещения при расчете бокового освещения внутреннего пространства, параметры которого равны числам ряда Фибоначчи.

**Изложение основных материалов исследования.** Золотое сечение, или Божественная пропорция (лат. Sectio aurea; Sectio Divina) – идеальное соотношение величин, наилучшая и единственная пропорция, уравнивающая отношения частей какой-либо формы между собой и каждой части с целым, – основа гармонии. В природе, окружающей человека действительности, так же, как и в искусственно созданных формах, содержатся математические отношения величин. Они бывают разного рода. Самые простые – отношения сторон квадрата (1:1) или прямоугольника, состоящего из двух квадратов (1:2). Подобные отношения, выражаемые целыми числами, называются кратными. Они часто встречаются в архитектуре – в планировке древних египетских и античных храмов, постройках А. Палладио в эпоху Итальянского Возрождения. Более сложная зависимость, в которой уравниваются отношения различных по величине форм, называется пропорцией (лат. Pro-portio – «соотношение, соразмерность»). Вызывает удивление, что не только простые целые числа, но и иррациональные являются модулем (лат. modulus – «мера») – наименьшей величиной, служащей единицей при построении более сложных форм в архитектуре, скульптуре, живописи.

По закону пропорций золотого сечения расположены пирамиды в Азии (Тибет), Африке (Египет), Америке (майя) и гигантские скульптуры на острове Пасхи.

Понятие о золотом делении ввел в научный обиход Пифагор, древнегреческий философ и математик (VI в. до н.э.).

Есть предположение, что Пифагор знание золотого деления позаимствовал у египтян и вавилонян. И действительно, пропорции пирамиды Хеопса, храмов, барельефов, предметов быта и украшений из гробницы Тутанхамона свидетельствуют, что египетские мастера пользовались соотношениями золотого деления при их создании.

Божественная мера красоты, сотворенная в природе – золотое сечение. Анализируя тело человека и золотое сечение, нужно сказать, что художники, ученые, модельеры, скульпторы, дизайнеры делают свои расчеты, чертежи и наброски исходя из соотношения золотого сечения. Леонардо да Винчи создавал свои шедевры, досконально изучив параметры человеческого тела и используя формулу золотой пропорции. Ле Корбюзье возводил свои архитектурные творения, считающиеся шедеврами инженерной мысли, также используя формулу Фибоначчи. Самая главная книга всех современных архитекторов – справочник Нойферта «Строительное проектирование» основана на параметрах туловища человека, заключающих в себе золотую пропорцию. Пропорции различных частей тела человека составляет число 1,618, близкое к золотому сечению. Например, соотношение расстояния: – от пупка до уровня, на котором стоит человек к росту человека; – от кончиков пальцев до локтя и от запястья до локтя; – от уровня плеча до макушки головы и высота головы; – от пупка до макушки головы и от уровня плеча до макушки головы; – от точки пупка до коленей и от коленей до ступней; – между двумя первыми фалангами и длиной указательного пальца; – между средним пальцем и мизинцем; – между длиной и шириной двух передних зубов; – высота и ширина лица; – от бровей до т губ и

высота носа; – от макушки до подбородка и от бровей до подбородка; – ширина рта и ширина носа; – ширина носа и ширина ноздри; – между глазами и между бровями; – между бронховым деревом левого и правого легкого (левый длинее).

Во внутреннем ухе человека имеется слуховой орган «улитка», выполняющая функцию передачи звуковой вибрации и имеющая кистевидную структуру, которая наполнена жидкостью. Улитка имеет стабильную логарифмическую форму спирали.

В геометрии прямоугольник с соотношением сторон, равным золотому сечению называют ортогональным золотым прямоугольником (одна сторона равна 1, а другая – 1,618). Если отрезать от прямоугольника квадрат, можно снова получить золотой ортогональный прямоугольник. В первом квадрате нужно прочертить внутри четверть дуги. Потом во втором прямоугольнике получается следующий квадрат и снова нужно прочертить четверть дуги. Эти же операции проделать со всеми квадратами, образующимися внутри прямоугольников. В результате получается логарифмическая спираль, имеющая важное значение в моделях природных объектов (раковины улиток).

Английский эстетик Уильям Чарлтон констатировал: «Нам приятен вид спирали, потому что визуально мы с легкостью можем рассматривать ее...» (William Charton: *Aesthetics, Anlntrjduction*, Hutchinson Univerzity library, London, 1970).

Спиралевидную форму можно увидеть и в расположении семян подсолнечника, в шишках сосны, в строении лепестков роз и т.д.

Природа сотворена совершенной и все имеет свою форму и меру, например, куриное яйцо. Моллюск находится в раковине и поэтому внутренняя поверхность безупречно гладкая. Внешние углы, изгибы раковины увеличивают ее прочность, твердость и таким образом повышают ее крепость. Совершенство и поразительная разумность строения ракушки улитки восхищает. Спиральная идея раковин является совершенной геометрической формой и удивительна по своей отточенной красоте. Природа создала эти живые существа в безупречной форме.

«Нет более простой системы, чем рост морских ракушек, которые растут и расширяются соразмерно, сохраняя ту же форму. Раковина, что самое удивительное, растет, но никогда не меняет форму» (D'Arcy Wenworth Thompson. *On Growth and Form*, C.U.P., Cambridge, 1961). «Внутри раковины наутилуса есть множество отделов-комнат с перегородками из перламутра, причем сама раковина внутри представляет собой спираль, расширяющуюся от центра. По мере роста наутилуса в передней части ракушки нарастает еще одна комнатка, но уже больших размеров, чем предыдущая, а перегородки, оставшиеся позади комнатки, покрываются слоем перламутра. Таким образом спираль все время пропорционально расширяется» (C.Morisson, *Along The Track*, Withcombe and Tombs, Melbourne).

К типам спиралевидных раковин, имеющих логарифмическую форму роста, в соответствии с их научными названиями относятся – *Haliotis Parvus*, *Dolium Perdix*, *Murex*, *Skalari Pretioza*.

Рога и бивни животных развиваются в форме спирали. Бивни слонов и вымерших мамонтов, когти львов, клювы попугаев являют собой логарифмические формы и напоминают форму оси, склонную обратится в спираль. Пауки всегда плетут свои паутины в виде логарифмической спирали. Микроорганизмы (планктоны) имеют форму спирали. Рога антилоп, диких баранов развиваются в виде спирали по законам золотой пропорции. Строение молекул ДНК имеет золотые пропорции.

Растения в точности следуют в своем развитии математическим законам. Растение точно запрограммировано на логарифмическую форму. Ветки деревьев расположены согласно четкому математическому плану. Ботаники отмечают что золотое сечение всегда присутствует в расположении веток растущего дерева. Последовательность Фибоначчи важный код в понимании точного расчета строения растений и их планов. Листья и цветы, расположенные в последовательности, показывают нам совершенную эстетику и порядок.

Математическая формула строения растений является самым ярким доказательством особого замысла и плана их сотворения.

Тонкое равновесие, которое присутствует в молекуле ДНК растения, присутствует и во внешнем виде растения. Множество доказательств существования золотого сечения в строении растений можно увидеть на примерах цветов, плодов, семян. Самый яркий пример – это подсолнух. Семечки располагаются в виде двух спиралей, обращающихся вправо и влево. При подсчете нитей спирали, которые вращаются вправо и влево, получим два числа из золотой последовательности Фибоначчи. У капусты листья обращаются в две стороны и вправо, и влево, как и у подсолнуха, образуя золотые спирали. Лепестки ромашек, зубчики шишек также располагаются в виде двух спиралей, закручивающихся вправо и влево. При их подсчете снова получим два числа из золотой последовательности Фибоначчи. Эти числа соотношения спиралей в различных растениях выглядят так, в сосновых шишках ( $5/8$ ,  $8/13$ ), у плодов ананаса ( $8/13$ ), у розетки ромашек ( $21/34$ ), у подсолнухов ( $21/34$ ,  $34/55$ ,  $55/89$ ).

«Доктор Каспер доказал, что для сферической оболочки вируса самой оптимальной формой является симметрия типа формы икосаэдра. Такой порядок сводит к минимуму число связующих элементов. Большая часть геодезических полусферических кубов Букмистра Фуллера построены по аналогичному геометрическому принципу. Монтаж таких кубов требует чрезвычайно точной и подробной схемы разъяснения, тогда как бессознательные вирусы сами сооружают себе столь сложную оболочку из эластичных, гибких белковых клеточных единиц» (A.Klug Molecules on Grand Scale. New Scientist, 1561:46, 1987). Комментарий А. Клуга еще раз напоминает о предельно очевидной истине. В строении микроскопического организма, который ученые классифицируют как самую примитивную форму жизни, в данном случае в вирусе, присутствует четкий замысел и осуществлен разумный проект. Этот проект не сопоставим по своему совершенству и точности исполнения с самыми передовыми архитектурными проектами, созданными людьми. Трехмерные модели эдодекаэдра и икосаэдра присутствуют в строении скелетов одноклеточных морских микроорганизмов, например, радиолярий лучевиков, скелет которых создан из кремнезема. Радиолярии формируют свое тело весьма изысканно и необычной красоты. Форму их составляет правильный додекаэдр. Причем из каждого его угла прорастает псевдо-удлинение – конечность.

Золотое сечение присутствует в строении всех кристаллов. Но большинство кристаллов микроскопически малы. Однако снежинки представляют собой кристаллы воды, вполне доступные нашему взору. Все изысканной красоты фигуры, которые образуют снежинки, все оси окружности и геометрические фигуры в снежинках также всегда без исключения построены по совершенно четкой формуле золотого сечения.

Загадочные дольмены, построенные в бронзовом веке племенами, которые жили шесть тысяч лет назад на берегу Черного моря, мегалитические постройки, сложенные из каменных плит и блоков или высеченные в скальном массиве («пещеры», «дома карликов»), имеют элементы золотого сечения.

Французский архитектор Ле Корбюзье нашел, что в рельефе из храма фараона Сети I в Абидосе и в рельефе, изображающем фараона Рамсеса, пропорции фигур соответствуют величинам золотого деления. Зодчий Хесира, изображенный на рельефе деревянной доски из гробницы его имени, держит в руках измерительные инструменты, в которых зафиксированы пропорции золотого деления.

Греки были искусными геометрами. Даже арифметике обучали своих детей при помощи геометрических фигур. Квадрат Пифагора и диагональ этого квадрата были основанием для построения динамических прямоугольников. Платон (427 – 347 гг. до н.э.) также знал о золотом делении. Его диалог «Тимей» посвящен математическим и эстетическим воззрениям школы Пифагора и, в частности, вопросам золотого деления. В фасаде древнегреческого храма Парфенона присутствуют золотые пропорции. При его

раскопках обнаружены циркули, которыми пользовались архитекторы и скульпторы античного мира. В помпейском циркуле (музей в Неаполе) также заложены пропорции золотого деления.

В дошедшей до нас античной литературе золотое деление впервые упоминается в «Началах» Евклида. Во 2-й книге «Начал» дается геометрическое построение золотого деления. После Евклида исследованием золотого деления занимались Гипсикл (II в. до н.э.), Папп (III в. н.э.) и др. В средневековой Европе с золотым делением познакомились по арабским переводам «Начал» Евклида. Переводчик Дж. Кампано из Наварры (III в.) сделал к переводу комментарии. Секреты золотого деления ревностно оберегались, хранились в строгой тайне. Они были известны только посвященным.

Сидящий на скамейке в парке человек выбирает для себя место как раз в золотом сечении по отношению к габаритам скамьи. Т.е. отношение одной части скамьи (длинной) к другой части (короткой) равно 1,618.

В эпоху Возрождения усиливается интерес к золотому делению среди ученых и художников в связи с его применением как в геометрии, так и в искусстве, особенно в архитектуре. Леонардо да Винчи, художник и ученый, видел, что у итальянских художников эмпирический опыт большой, а знаний мало. По мнению современников и историков науки, Лука Пачоли был настоящим светилом, величайшим математиком Италии в период между Фибоначчи и Галилеем. Лука Пачоли был учеником художника Пьеро делла Франчески, написавшего две книги, одна из которых называлась «О перспективе в живописи». Его считают творцом начертательной геометрии.

Лука Пачоли прекрасно понимал значение науки для искусства. В 1496 г по приглашению герцога Моро он приезжает в Милан, где читает лекции по математике. В Милане при дворе Моро в то время работал и Леонардо да Винчи. В 1509 г. в Венеции была издана книга Луки Пачоли «Божественная пропорция» с блестяще выполненными иллюстрациями, ввиду чего полагают, что их сделал Леонардо да Винчи. Книга была восторженным гимном золотой пропорции. Среди многих достоинств золотой пропорции монах Лука Пачоли не преминул назвать и ее «Божественную суть» как выражение божественного триединства Бог Сын, Бог Отец и Бог Дух Святой (подразумевалось, что малый отрезок есть олицетворение бога сына, больший отрезок – Бога Отца, а весь отрезок – Бога Духа Святого).

Леонардо да Винчи много внимания уделял изучению золотому делению. Он производил сечения стереометрического тела, образованного правильными пятиугольниками, и каждый раз получал прямоугольники с отношениями сторон в золотом делении. Поэтому он дал этому делению название золотое сечение. В то же время на севере Европы, в Германии над теми же проблемами трудился Альбрехт Дюрер. Он делает наброски введения к первому варианту трактата о пропорциях. Дюрер пишет: «Необходимо, чтобы тот, кто что-либо умеет, обучил этому других, которые в этом нуждаются. Это я и вознамерился сделать». Судя по одному из писем Дюрера, он встречался с Лукой Пачоли во время пребывания в Италии. Альбрехт Дюрер подробно разрабатывает теорию пропорций человеческого тела. Важное место в своей системе соотношений Дюрер отводил золотому сечению. Рост человека делится в золотых пропорциях линией пояса, а также линией, проведенной через кончики средних пальцев опущенных рук, нижняя часть лица – ртом и т.д. Известен пропорциональный циркуль Дюрера.

Великий астроном XVI в. Иоганн Кеплер назвал золотое сечение одним из сокровищ геометрии. Он первый обращает внимание на значение золотой пропорции для ботаники (рост растений и их строение). Кеплер называл золотую пропорцию продолжающей саму себя: «Устроена она так, – писал он, – что два младших члена этой нескончаемой пропорции в сумме дают третий член, а любые два последних члена, если их сложить, дают следующий член, причем та же пропорция сохраняется до бесконечности».

Табл. 1.

		
<p><b>Леонардо Пизанский</b> (1170-1250) г. Пиза. Математик. Известен псевдонимом <b>Фибоначчи</b></p>	<p><b>Фра Лука Бартоломео де Пачоли</b> (1445–1517). Итальянский математик, основоположник современных принципов бухгалтерии, крупнейший европейский алгебраист XV в.</p>	<p><b>Леонардо ди сер Пьеро да Винчи</b> (15.04.1452, – 02.05.1459). Итальянский художник, живописец, скульптор, архитектор, ученый, анатом</p>
		
<p><b>Гипсикл Александрийский</b> (190 до н. э. – 120 до н.э.). Древнегреческий математик, астроном. Автор дополнительной XIV книги «Начал» Евклида</p>	<p><b>Евклид</b> (325 г. – 265 г. до н.э.). Александрия, Египет. Математик</p>	<p><b>Ле Корбюзье</b> (Шарль-Эдуар Жаннере-Гри) (06.11.1887, 27.08.1965). Архитектор, пионер, французского модернизма, дизайнер функционализма, интернационального стиля</p>

Построение ряда отрезков золотой пропорции можно производить как в сторону увеличения (возрастающий ряд), так и в сторону уменьшения (нисходящий ряд). В последующие века правило золотой пропорции превратилось в академический канон и, когда со временем в искусстве началась борьба с академической рутинной, в пылу борьбы «вместе с водой выплеснули и ребенка». Вновь «открыто» золотое сечение было в середине XIX в. В 1855 г. немецкий исследователь золотого сечения профессор Цейзинг опубликовал свой труд «Эстетические исследования». С Цейзингом произошло именно то, что и должно было неминуемо произойти с исследователем, который рассматривает явление как таковое,



без связи с другими явлениями. Он абсолютизировал пропорцию золотого сечения, объявив ее универсальной для всех явлений природы и искусства. У Цейзинга были многочисленные последователи, но были и противники, которые объявили его учение о пропорциях «математической эстетикой».

Справедливость теории Цейзинг проверял на греческих статуях. Наиболее подробно он разработал пропорции Аполлона Бельведерского. Подверглись исследованию греческие вазы, архитектурные сооружения различных эпох, растения, животные, птичьи яйца, музыкальные тона, стихотворные размеры. Цейзинг дал определение золотому сечению, показал, как оно выражается в отрезках прямой и в цифрах. Когда цифры, выражающие длины отрезков, были получены, Цейзинг увидел, что они составляют ряд Фибоначчи, который можно продолжать до бесконечности в одну и в другую сторону. Следующая его книга имела название «Золотое деление как основной морфологический закон в природе и искусстве».

В конце XIX – начале XX века появилось немало формалистических теорий о применении золотого сечения в произведениях архитектуры и искусства. С развитием архитектуры, дизайна, технической эстетики действие закона золотого сечения распространилось на конструирование машин, мебели и т.д. В связи с результатом золотого сечения и числом Фибоначчи особый интерес представляет развитие научных направлений, которые находятся на стыке науки и искусства. Одним из них являются изучение золотого сечения, чисел Фибоначчи и их приложений в природе, науке и искусстве. В своих истоках это направление восходит к Пифагору, Платону, Евклиду. Впервые геометрическое определение золотого сечения, называемого в старину «делением отрезка в крайнем и среднем отношении», дано в «Началах» Евклида.

Эта задача была рассмотрена Евклидом с целью геометрического построения правильного пятиугольника, называемого пентагоном, и додекаэдра, одного из пяти правильных многогранников, называемых «Платоновыми телами». В «космологии Платона» додекаэдр символизировал «Всемирный разум» и «Гармонию Вселенной».

Существует гипотеза, согласно которой успешная перспектива интеграции знаний связана с процессом синтеза естественно-технических и художественно-гуманитарных областей знаний. Знаменательно, что идею активного сближения познавательных подходов точных и гуманитарных наук разделяют и декларируют многие выдающиеся ученые XX века. Среди них А. Эйнштейн, Н. Бор, В. Гейзенберг, Г. Вейль, В.И. Вернадский.

Последовательность чисел Фибоначчи и формула золотого сечения непосредственным образом затрагивает сферу физики и физических законов. «Представим две соприкоснувшиеся между собой стеклянные пластины. Теперь направим на них прямой поток света. Часть потока света пройдет сквозь стекло, вторая часть светового потока поглотится, третья часть потока отразится от стекла. Произойдет явление множественного отражения. Количество путей, которые проходит световой поток внутри стекла, прежде чем пройти и выйти сквозь стекло, зависит от количества лучей, которые не прошли сквозь стекло, а подверглись отражению. Если подсчитать количество светового потока, отразившегося от стекла и прошедшего сквозь него, то получим последовательность чисел Фибоначчи в соотношении  $1/1,618$ » (V.E.Hoggalt, Jr. Ve Bicknell-Jonson, Fibonacci Quartley, 17:118, 1979).

Расчет естественной освещенности помещений производится в соответствии с нормами освещенности. Расчет позволяет определить рациональную площадь остекления в наружных ограждающих конструкциях зданий. Естественное освещение – это освещение помещения солнечным светом, проникающим через световые проемы. Оно обеспечивает более равномерное освещение внутренних помещений.

Естественное освещение характеризуется тем, что создаваемая освещенность изменяется в очень широких пределах в зависимости от времени года, дня, метеоусловий. Непостоянство естественного света, который может резко меняться в течение короткого

промежутка времени, вызывает необходимость нормировать естественное освещение. Поэтому в качестве нормируемой величины для естественного освещения принята относительная величина – коэффициент естественной освещенности ( $KEO$ ), равный отношению освещенности, создаваемой в рассматриваемой точке заданной плоскости внутри помещения ( $E_e$ ) светом, прошедшим через световой проем и исходящим непосредственно от равномерно яркого неба, к одновременному значению наружной горизонтальной освещенности ( $E_H$ ), создаваемой светом полностью открытого небосвода:

$$KEO = E_e / E_H \cdot 100 \%, \quad (1)$$

$KEO$  – оценивает размеры оконных проемов, вид остекления и переплетов, их загрязнение, т.е. способность системы естественного освещения пропускать свет. Естественное освещение бывает трех видов – боковое, верхнее и комбинированное.

В данном случае рассматриваем помещение с боковым естественным освещением в расчетном помещении. Вид остекления и вид переплетов, материал не учитывается. Высота помещения равна 3000 мм, ширина помещения – 5000 мм, длина помещения – 8000 мм. Высота оконного проема – 3000 мм, длина оконного проема – 5000 мм. Расчетные точки в помещении, в которых рассчитывается геометрический коэффициент естественной освещенности, расположены на отм. 0.000 м. Геометрический коэффициент естественной освещенности – это отношение естественной освещенности, создаваемой в рассматриваемой точке заданной плоскости внутри помещения светом, прошедшим через незаполненный световой проем и исходящим непосредственно от равномерно яркого неба к одновременному значению наружной горизонтальной освещенности под открытым полностью небосводом. При этом участие прямого солнечного света в создании той или другой освещенности исключается, выражается в процентах.

Геометрический коэффициент естественной освещенности, учитывающий прямой свет неба в какой-либо точке помещения при боковом освещении, определяется:

$$\varepsilon_0 = 0.01 (n_1 n_2), \quad (2)$$

$n_1$  – количество лучей по графику (ДБН), проходящих от неба через световые проемы в расчетную точку на поперечном разрезе помещения;

$n_2$  – количество лучей по графику (ДБН), проходящих от неба через световые проемы в расчетную точку на плане помещения.

Расчетная точка №8 расположена на горизонтальной поверхности пола на расстоянии одного метра от оконного проема. Расчетная точка №2 расположена на горизонтальной поверхности пола от противоположной стены на расстоянии одного метра. Расчетная точка №1 расположена на пересечении плоскости пола и противоположной стены. Остальные расчетные точки (№ 3,4,5,6) расположены на горизонтальной поверхности пола и на расстоянии одного метра друг от друга. После вычисления геометрического коэффициента естественной освещенности в каждой из восьми расчетных точек получаем результат (табл.2), на основании которого следует построить график изменения геометрического  $KEO$  (рис.1).

С историей золотого сечения связано имя итальянского математика монаха Леонардо из Пизы, более известного под именем Фибоначчи (сын Боначчи). Леонардо путешествовал по Востоку, познакомил Европу с индийскими (арабскими) цифрами. В 1202 году вышел в свет его математический труд «Книга об абак» (о счетной доске), в котором были собраны многие известные на то время задачи. В XVII столетии великий астроном Кеплер установил, что отношение соседних чисел Фибоначчи стремится к «золотой пропорции». Ряд чисел 0, 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89 известен как ряд Фибоначчи. Особенность последовательности чисел состоит в том, что каждый ее член, начиная с третьего, равен

двум предыдущим  $2+3=5$ ;  $3+5=8$ ;  $5+8=13$ ,  $8+13=21$ ;  $13+21=34$  и т.д. Отношение смежных чисел ряда приближается к отношению «золотой пропорции». Например,  $21:34 = 0,618$ , а  $34:55 = 0,618$ .

Табл. 2  
Значения геометрического КЕО ( $\varepsilon_{\bar{o}}$ ) в расчетных точках и числа Фибоначчи  $F_{(n)}$

№ п. т.	$n_1$	$a$	$n_2$	$\varepsilon_{\bar{o}}$	$F_{(n)}$	примечание
8	35	8	97	33,9	34	- 0,01
7	22	11	95	20,9	21	- 0,01
6	15	15	87	13,05	13	+0,05
5	10	19	80	8,00	8	0,00
4	7	24	72	5,04	5	+0,04
3	5	28	60	3,00	3	0,00
2	3,5	32	58	2,03	2	+0,03
1	2,3	37	46	1,05	1	+0,05

Числовая последовательность, в которой каждое число Фибоначчи  $F_{(n)}$  вычисляется в соответствии со следующим рекуррентным соотношением:

$$F_{(n)} = F_{(n-1)} + F_{(n-2)}. \quad (3)$$

Рекуррентное соотношение Фибоначчи (3) является первым в истории науки рекуррентным соотношением, которое предвосхитило «метод рекуррентных соотношений» – один из наиболее эффективных методов комбинаторного анализа.

Из ряда Фибоначчи, начиная с третьего числа, возьмем восемь чисел и построим график изменения чисел (рис.2). При наложении кривой графика изменения геометрического КЕО и кривой графика ряда Фибоначчи видим, что графики совпадают.

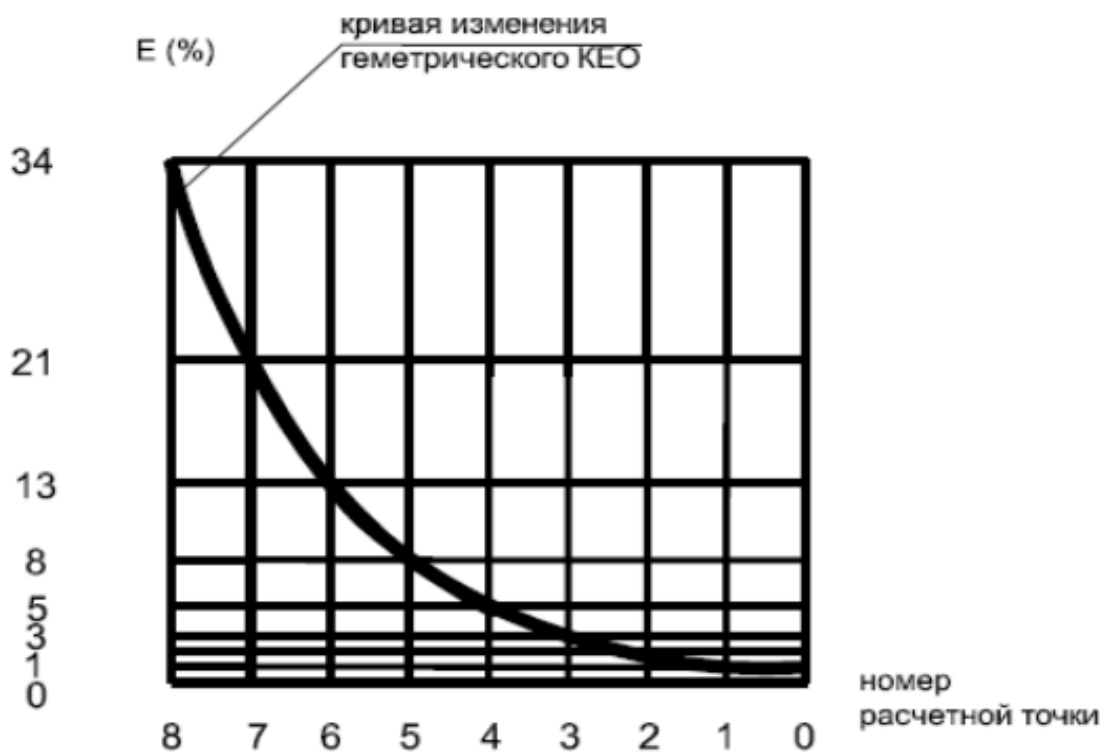


Рис. 1 ГРАФИК ИЗМЕНЕНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКОГО КЕО

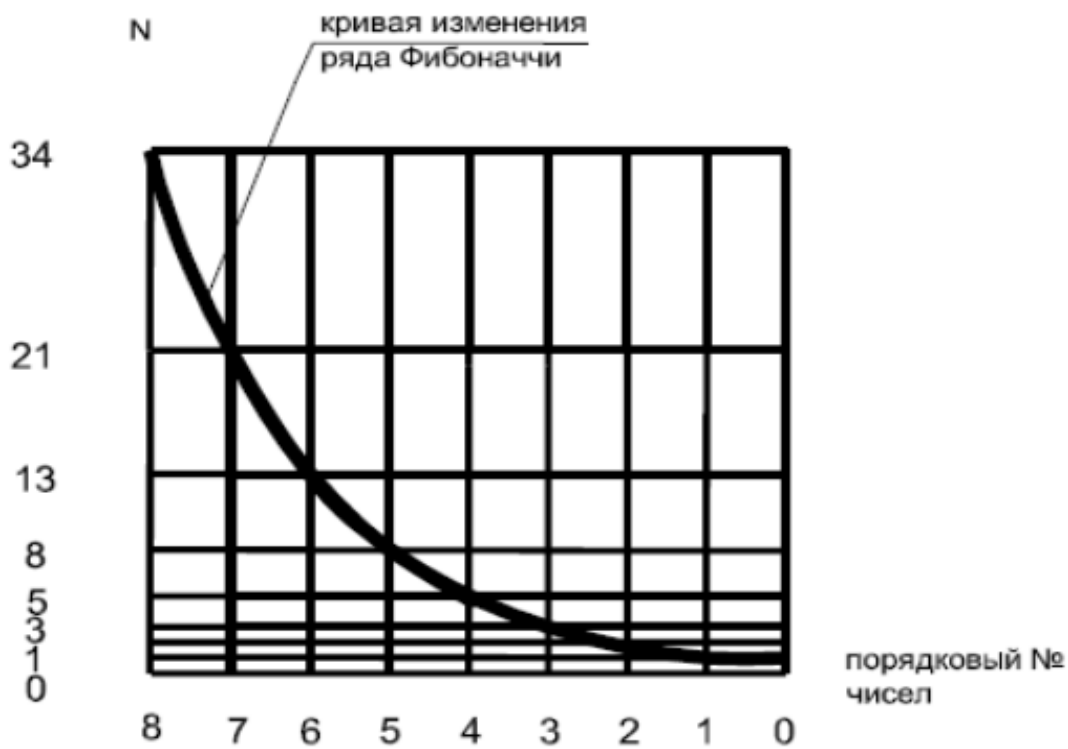


Рис. 2 РЯД ФИБОНАЧЧИ

**Вывод.** Золотое сечение – Божественное творение меры красоты. Строение всех встречающихся в природе живых организмов и неживых объектов, не имеющих никакой связи и подобия между собой, спланировано по определенной математической формуле. Это является самым ярким доказательством их осознанной сотворенности, согласно некоему проекту замыслу. Золотые пропорции очень хорошо знакомы всем людям искусства, ибо это главное правило эстетики. По этому закону великого Божественного творения созданы галактики, расположены планеты в Солнечной системе, построена пирамида Хеопса, самая известная из египетских пирамид, загадочные дольмены, построенные в бронзовом веке, знаменитый греческий храм Парфенон, большинство греческих скульптурных памятников, непревзойденная «Джоконда» Леонардо да Винчи, картины Рафаэля, картины Шишкина и современного русского художника Константина Васильева, музыкальные этюды Фредерика Шопена, музыка Людвига ван Бетховена, Петра Ильича Чайковского, Бэлы Бартока, «Модульор» Корбюзье, сотворены растения и микроорганизмы, тело человека, кристаллы, живые существа, молекулы ДНК и законы физики. Ученые и люди искусства изучают этот закон и стараются подражать ему, воплощая его в своих творениях. Вне сомнения, что все в нашем мире и в окружающей нас жизни сотворено мудрой природой.

Кривая изменения геометрического коэффициента естественной освещенности в помещении, отношение сторон которого и сторон оконного проема равно 0,618, и кривая восьми чисел Фибоначчи (1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34) абсолютно совпадают, свидетельствуют о том, что проникновение естественного света во внутреннее пространство работает по законам золотого сечения. В том случае, если расчетное внутреннее пространство и в нем оконным проем имеют габариты, отношения которых равны золотому сечению, тогда значения кривой графика изменения геометрического коэффициента естественной освещенности совпадают со значениями чисел Фибоначчи.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Цеков-Карандаш Ц. О втором золотом сечении /Ц. Цеков-Карандаш. //– София, 1983.
2. Волошинов А.В. Пифагор /А.В. Волошинов. – М: Просвещение, 1993.
3. Леонардо да Винчи: жизнь, творчество, произведения. – Бизнессофт, 2004.
4. Museum of Harmony and Golden Section. New book is coming soon. The mathematics of harmony. – Режим доступа: [http://www.goldenmuseum.com/index\\_engl.html](http://www.goldenmuseum.com/index_engl.html).
5. Ковалев Ф.В. Золотое сечение в живописи. К.: Вища школа, 1989. – Режим доступа: <http://www.abc-people.com>.
6. Режим доступа: (<http://www.goldenmuseum.com/indexengl.html>).