

ЗАКОН ПРОПОРЦІЙ ЗОЛОТОГО ПЕРЕТИНУ, ГЕОМЕТРИЧНИЙ КОЕФІЦІЄНТ ПРИРОДНОГО ОСВІТЛЕННЯ, ЧИСЛА РЯДУ ФІБОНАЧЧІ

студ. Духіна В.С. гр. А-254, студ. Мокану Д.В. гр. ДАС-507

кафедра Дизайну архітектурного середовища

Наукові керівники: док. арх. проф. Василенко О.Б., викл. Стащенко М.С.

Одеська державна академія будівництва та архітектури

Актуальність дослідження. Проблема формування світлового середовища в архітектурі будівель і споруд перебуває в центрі соціальної уваги та у сфері важливих питань екології, архітектури та містобудування. Сонячне світло справляє всеосяжний вплив на архітектуру, формуючи у взаємодії з нею певний рівень комфортності середовища, довговічності об'єктів, економічності рішень і художньої виразності. Актуальність теми зумовлена потребою вдосконалювати науково обґрунтовану методику проєктування житлових і громадських будівель з урахуванням сучасних світлових засобів, яка до теперішнього часу комплексно не розглядалася, що стало передумовою для формулювання мети і завдань нашого дослідження.

Стан проблеми. Сучасні проблеми забезпечення якісного архітектурного середовища в містах, психологічного комфорту для життєдіяльності людей, ефективного використання естетичного потенціалу природного світла та інноваційних промислових світлових технологій є надзвичайно важливими, про що свідчать обговорення їх на самітах, присвячених проблемам змін клімату (Кліматичний саміт ООН, м. Копенгаген, 17.01.2010 р., "Міжнародний саміт енергетики майбутнього 2014" в Абу-Дабі, 18-22 січня 2014 р.). У контексті сталого розвитку екологічні проблеми життєдіяльності населення розглядалися також на "Міжнародному саміті сталого розвитку" (Йоганнесбург, 2002 р.) і на Саміті з питань Землі в Ріо-де-Жанейро ("Програма 21", на конференції ООН щодо цілей сталого розвитку "Ріо+20" (до 2015 р.), на світовому архітектурному Саміті WAF 2009 (Барселона, 2009 р.).

Науковий і практичний стан вивченості проблеми полягає в тому, що формування світлового середовища в архітектурі розглядається в науковому світі, починаючи з праць Гіппократа, Геродота, Палладіо. Проведений

ретроспективний аналіз об'єктів з історії архітектурних стилів і регіональної архітектури Заходу та Сходу підтверджує, що зодчі минулого широко використовували природне світло як провідний засіб архітектурно-художньої композиції, а феномен світла - як психологічний засіб впливу на емоційний світ людини, програмування її реакції на навколишній архітектурний простір.

Архітектурно-художню роль штучного освітлення в архітектурі інтер'єру громадських будівель визначили М.В. Оболенський, А.С. Щипанов. Дослідженням впливу освітлення на виявлення пластики форми займалася О.В. Кривенко.

Мета дослідження – визначити, проаналізувати, порівняти значення геометричного коефіцієнта природного освітлення під час розрахунку бічного освітлення внутрішнього простору зі значеннями чисел ряду Фібоначчі та законом пропорцій Золотого Перетину.

Отримані результати. Золотий Перетин, або Божественна пропорція (лат. Sectio aurea; Sectio Divina) – ідеальне співвідношення величин, найкраща та єдина пропорція, що зрівнює відношення частин якоїсь форми між собою та кожної частини з цілим, – основа гармонії. У природі, дійсності, що оточує людину, так само, як і в штучно створених формах, містяться математичні відносини величин. Вони бувають різного роду.

Божественна міра краси, створена в природі – золотий перетин. Аналізуючи тіло людини і золотий перетин, потрібно сказати, що художники, вчені, модельєри, скульптори, дизайнери роблять свої розрахунки, креслення і начерки, виходячи зі співвідношення золотого перетину. Леонардо да Вінчі створював свої шедеври, досконально вивчивши параметри людського тіла і використовуючи формулу золотої пропорції. Пропорції різних частин тіла людини становить число 1,618, близьке до золотого перетину.

У геометрії прямокутник зі співвідношенням сторін, що дорівнює золотому перетину, називають ортогональним золотим прямокутником (один бік дорівнює 1, а другий – 1,618). Якщо відрізати від прямокутника квадрат, можна знову отримати золотий ортогональний прямокутник. У першому квадраті потрібно прокреслити всередині чверть дуги. Потім у другому прямокутнику виходить наступний квадрат і знову потрібно прокреслити чверть дуги. Ці ж операції виконати з усіма квадратами, що утворюються всередині прямокутників. У результаті виходить логарифмічна спіраль, що має важливе значення в моделях природних об'єктів (раковини равликів).

Наприкінці XIX – на початку XX століття з'явилося чимало формалістичних теорій щодо застосування золотого перерізу у творах архітектури та мистецтва. З розвитком архітектури, дизайну, технічної естетики дія закону золотого

перетину поширилася на конструювання машин, меблів тощо. У зв'язку з результатом золотого перетину і числом Фібоначчі особливий інтерес представляє розвиток наукових напрямів, що перебувають на стику науки і мистецтва. Одним із них є вивчення золотого перетину, чисел Фібоначчі та їхніх застосувань у природі, науці та мистецтві. У своїх витоках цей напрям сягає Піфагора, Платона, Евкліда. Уперше геометричне визначення золотого перетину, званого за старих часів "поділом відрізка в крайньому і середньому відношенні", дано в "Началах" Евкліда.

Цю задачу Евклід розглянув з метою геометричної побудови правильного п'ятикутника, званого пентагоном, і додекаедра, одного з п'яти правильних багатогранників, які називаються "Платоновими тілами". У "космології Платона" додекаедр символізував "Всесвітній розум" і "Гармонію Всесвіту".

Існує гіпотеза, згідно з якою успішна перспектива інтеграції знань пов'язана з процесом синтезу природничо-технічних і художньо-гуманітарних галузей знань. Знаменно, що ідею активного зближення пізнавальних підходів точних і гуманітарних наук поділяють і декларують багато видатних учених ХХ століття. Серед них А. Ейнштейн, Н.Бор, В. Гейзінгберг, Г. Вейль, В.І. Вернадський.

З історією золотого перетину пов'язане ім'я італійського математика ченця Леонардо з Пізи, відомішого під ім'ям Фібоначчі (син Боначчі). Леонардо подорожував Сходом, познайомив Європу з індійськими (арабськими) цифрами. У 1202 році була створена його математична праця "Книга про Абаку" (про лічильну дошку), в якій було зібрано багато відомих на той час завдань. У XVII столітті великий астроном Кеплер встановив, що відношення сусідніх чисел Фібоначчі прагне до "золотої пропорції". Ряд чисел 0; 1; 1; 2; 3; 5; 8; 13; 21; 34; 55; 89; ... відомий як ряд Фібоначчі. Особливість даної послідовності чисел полягає в тому, що кожен її член, починаючи з третього, дорівнює двом попереднім $2+3=5$; $3+5=8$; $5+8=13$; $8+13=21$; $13+21=34$ і т.і. Відношення суміжних чисел ряду наближається до відношення "золотої пропорції". Наприклад, $21:34 \approx 0,618$, $34:55 \approx 0,618$, і т.і.. Числова послідовність, у якій кожне число Фібоначчі $F(n)$ обчислюється відповідно до такого рекурентного співвідношення:

$$F(n) = F(n-1) + F(n-2). \quad (1)$$

Рекурентне співвідношення Фібоначчі (1) є першим в історії науки рекурентним співвідношенням, що передбачило "метод рекурентних співвідношень" – один із найефективніших методів комбінаторного аналізу.

Розрахунок природної освітленості приміщень проводять відповідно до норм освітленості. Розрахунок дає змогу визначити раціональну площу скління в зовнішніх огорожувальних конструкціях будівель. Природне освітлення – це освітлення приміщення сонячним світлом, що проникає через світлові прорізи. Воно забезпечує більш рівномірне освітлення внутрішніх приміщень.

Природне освітлення характеризується тим, що створювана освітленість змінюється в дуже широких межах залежно від пори року, дня, метеоумов. Непостійність природного світла, яке може різко змінюватися протягом короткого проміжку часу, зумовлює необхідність нормувати природне освітлення. Тому як нормовану величину для природного освітлення прийнято відносну величину – коефіцієнт природної освітленості (КПО), що дорівнює відношенню освітленості, яку створюють у точці, яку розглядають, заданої площини усередині приміщення (E_6), світлом, яке пройшло через світловий отвір і випромінює безпосередньо рівномірно яскраве небо, до одночасного значення зовнішньої горизонтальної освітленості (E_3), яку створюють світлом повністю відкритого небосхилу:

$$КПО = E_6 / E_3 \cdot 100 \% , \quad (2)$$

де $КПО$ – коефіцієнт природної освітленості; E_6 – освітленість внутрішня; E_3 – освітленість зовнішня.

КПО оцінює розміри віконних прорізів, вид скління і палітурок, їхнє забруднення, тобто здатність системи природного освітлення пропускати світло. Природне освітлення буває трьох видів – бічне, верхнє і комбіноване.

Геометричний коефіцієнт природної освітленості – це відношення площі ортогональної проекції на робочу площину ділянки умовної небесної півсфери, видимої з розрахункової точки через незаповнений світлопроріз або його частину, від якої розраховується освітленість, до площі основи небесної півсфери [7]. Геометричний коефіцієнт природної освітленості, що враховує пряме світло неба в будь-якій точці приміщення за бічного освітлення, визначається:

$$E_6 = 0,01 (n_1 \cdot n_2), \quad (3)$$

де E_6 - геометричний коефіцієнт природної освітленості; n_1 – кількість променів за I графіком Данілюка [7], що проходять від неба через світлові прорізи в розрахункову точку на поперечному розрізі приміщення; n_2 – кількість променів за II графіком Данілюка [7], що проходять від неба через світлові прорізи в розрахункову точку на плані приміщення.

Розглядаємо приміщення з бічним природним освітленням у розрахункових точках. Вид віконного скління і опрацювання, матеріал не враховується. Вважаємо, що висота приміщення дорівнює 3000 мм, ширина приміщення – 5000 мм,

довжина приміщення – 8000 мм, висота віконного отвору – 3000 мм, довжина віконного отвору – 8000 мм. Розрахункові точки, у яких розраховується геометричний коефіцієнт природної освітленості в приміщенні, розташовані на відмітці 0,000 м. Розрахункова точка №1 розташована на перетині площини підлоги і протилежної стіни. Розрахункова точка №2 розташована на горизонтальній поверхні підлоги від протилежної стіни на відстані одного метра. Розрахункова точка №8 розташована на горизонтальній поверхні підлоги на відстані одного метра від віконного отвору. Решта розрахункових точок (№ 3, 4, 5, 6, 7) розташовані на горизонтальній поверхні підлоги на відстані одного метра одна від одної. План, розріз приміщення і розташування розрахункових точок (РТ) показано на рис. 1.

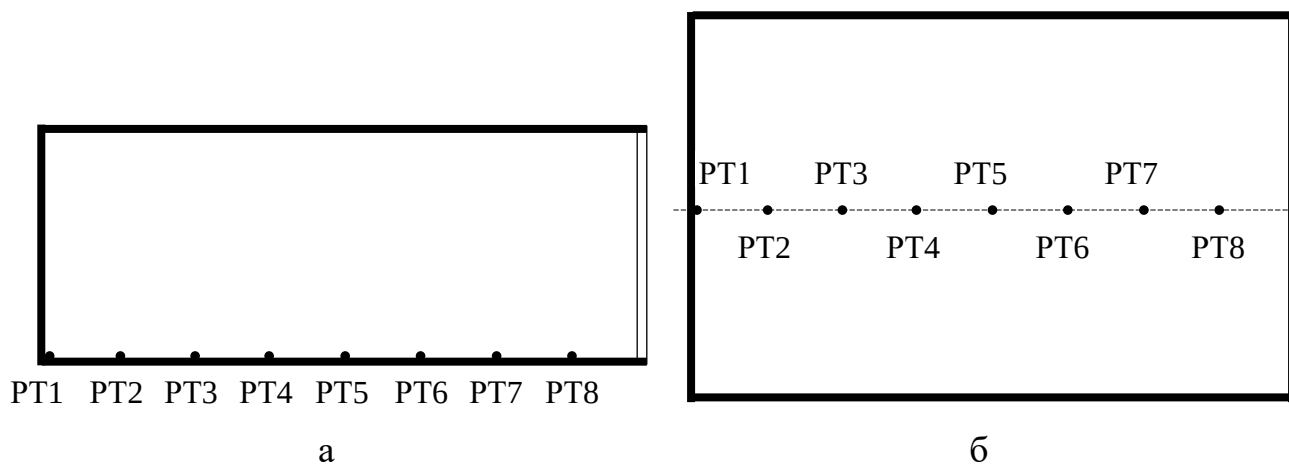


Рис.1. Розріз (а) та план (б) приміщення з розташуванням РТ

Результат обчислення геометричного коефіцієнта природної освітленості в кожній із восьми розрахункових точок приведено в табл. 1

Таблиця 1

Значення геометричного коефіцієнта природної освітленості
в розрахункових точках.

Номер РТ/ числа Фібоначчі	1	2	3	4	5	6	7	8
Кількість променів за І графіком Данілюка, n_1	3,3	4,2	5,4	7,3	10,3	15,0	22,6	34,5
Кількість променів за ІІ графіком Данілюка, n_2	36,5	40,8	46,1	52,7	60,9	70,7	81,3	89,9
Геометричний КПО E_{δ} , %	1,2	1,7	2,5	3,9	6,3	10,6	18,4	31,0

На рис. 2 показано графік зміни геометричного КПО в залежності від номера РТ. На графіку відкладені також 8 чисел з ряду Фібоначчі – з 3 по 11:

це числа 1; 2; 3; 5; 8; 13; 21; 34. Видно, що обидва графіка йдуть дуже близько один від одного.

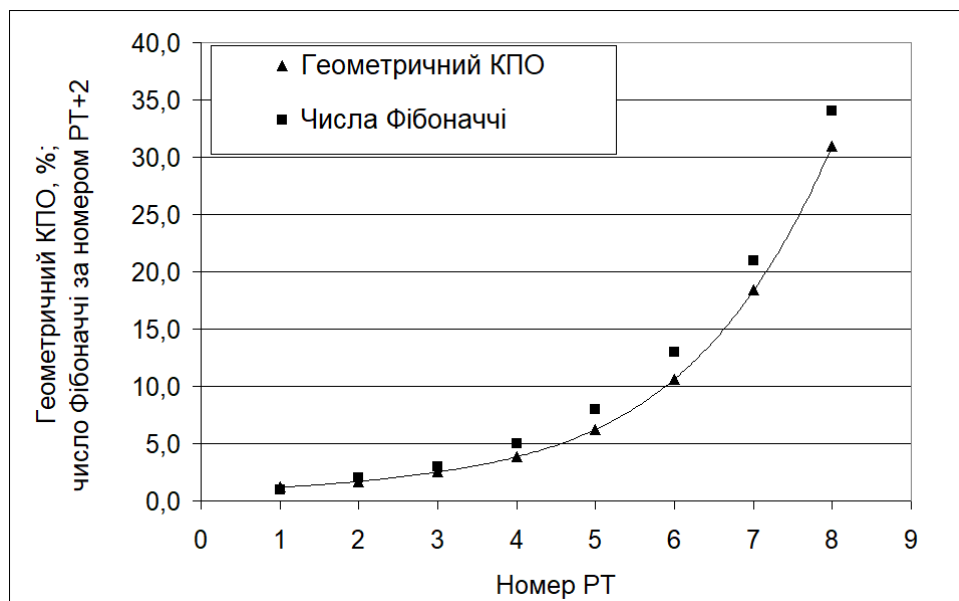


Рис.2. Графіки зміни величини геометричного КПО в досліджуваному приміщенні та зміни чисел №№ 3 – 11 з ряду Фібоначчі

Висновок. Закон пропорцій Золотого Перетину – Божественне творіння міри краси. Будова всіх живих організмів і неживих об'єктів, що трапляються в природі і не мають жодного зв'язку і подібності між собою, спланована за певною математичною формулою. Це є найяскравішим доказом їхнього усвідомленого утворення, згідно з якимось проєктом задумом. Золоті пропорції дуже добре знайомі всім людям мистецтва, бо це головне правило естетики. За цим законом великого Божественного творіння створено: галактики, розташовані планети в Сонячній системі, побудовано піраміду Хеопса, загадкові дольмени, грецький храм Парфенон, більшість грецьких скульптурних пам'яток, неперевершену "Джоконду" Леонардо да Вінчі, картини Рафаеля, картини Шишкіна й сучасного художника Костянтина Васильєва, музичні етюди Фредеріка Шопена, музику Людвіга ван Бетховена, П. І. Чайковського, Б. Бартока, "Модульор" Корбюзьє, природою створені рослини і мікроорганізми, тіло людини, кристали, живі істоти, молекули ДНК і закони фізики. Вчені та люди мистецтва вивчають цей закон і намагаються наслідувати його, втілюючи його у своїх творіннях. Поза сумнівом, що все в нашому світі і в навколишньому житті створено мудрою природою. Крива зміни геометричного коефіцієнта природної освітленості в приміщенні, відношення сторін якого і сторін віконного отвору приблизно дорівнює 1,618, і крива чисел Фібоначчі (1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, ...) досить близько

збігаються, що свідчить про те, що проникнення природного світла у внутрішній простір працює за законами пропорцій Золотого Перетину.

Анотація

Аналізуються значення геометричного коефіцієнта під час розрахунку бокового природного освітлення внутрішніх просторів приміщень і порівнюються з числами Фібоначчі та із законом пропорцій Золотого Перетину. З розвитком архітектурно-дизайнерського мистецтва, дія закону пропорцій Золотого Перетину широко поширилася на проектування архітектурних конструкцій, дизайну, естетики, живопису, біології тощо.

Summary

The article analyzes the values of the geometric coefficient in the calculation of lateral natural lighting of interior spaces and compares them with the Fibonacci numbers and the law of proportions of the Golden Ratio. With the development of architectural and design art, the law of proportions of the Golden Ratio has been widely applied to the design of architectural structures, design, aesthetics, painting, biology, etc.

ЛІТЕРАТУРА

1. Цеків-Карандаш Ц. Про золотий перетин / Ц. Цеків-Карандаш. // – Софія, Болгарія, 2017.
2. Волошинів А.В. Піфагор /А.В. Волошинів. – К: Освіта, 2019.
3. Леонардо да Вінчі: життя, творчість, праці. – Бізнессофт, 2020.
4. Museum of Harmony and Golden Section. New book is coming soon. The mathematics of harmony. – Режим доступу: <http://www.goldenmuseum.com/index-engl.html>. (Дата звернення 02.01.2023).
5. Ковальов Ф.В. Золотий перетин в живописі. К.: Вища школа, 2019. – Режим доступу: <http://www.abc-people.com>. (Дата звернення, 12.02.2023).
6. Числа Фібоначчі. Режим доступу: <http://www.goldenmuseum.com/index-engl.html> (Дата звернення, 12.01.2023).
7. ДБН В.2.5-28:2018 «Природне і штучне освітлення». –К.: Мінрегіонбуд України, 2018.
8. ДБН В.2.6-31:2016 Конструкції будівель і споруд. Теплова ізоляція будівель. ». – К.: Мінрегіонбуд України, 2016.
9. ДБН В.2.2-15-2005 Житлові будинки. Основні положення. - К.: Мінрегіонбуд України, 2005.Мінрегіонбуд України, 2005.
10. ДБН 5.2.2-12:2018 Планування і забудова територій. – К.: Мінрегіонбуд України, 2018.