

УДК 727.1-4

ФОРМУВАННЯ МЕТОДУ ПОСЛІДОВНОГО СИСТЕМНОГО АНАЛІЗУ ЛАНЦЮГОВИХ ПРОПОРЦІЙНИХ СТРУКТУР В АРХІТЕКТУРІ

Розглянуто питання формування нових підходів до проблеми пропорціонування в сучасній архітектурі. Запропоновано досить оригінальний метод пропорціонування на основі виявлення системи послідовних співвідношень між різними елементами комплексної розгортки вулиці або цілісного архітектурного ансамблю. Введені нові терміни та поняття.

The article is about the formation of new approaches to the problem of proportioning in modern architecture. It is offered a rather original method of proportioning on the basis of the system identification of series relationships between various elements of complex developed view of streets or cohesive architectural ensemble. The paper introduces new terms and concepts.

Ключові слова: пропорції, логарифмічні пропорції, ступеневі пропорції, пропорційні системи, модульна сітка, гармонізація забудови.

Продовження. Початок див. ПБІС № 1–2017.

З'ясування особливостей формування пропорційного ряду в попередніх елементах існуючої забудови дає змогу формувати на основі цих же закономірностей майбутню композицію. Це можна зробити шляхом поступового ланцюгового дослідження пропорційних закономірностей всієї системи і таким чином спрогнозувати можливу нюансну конфігурацію (силует) цілої вулиці, комплексу в майбутньому, формальної композиції.

Такі особливості пропорційної оцінки можуть мати місце в різних за масштабами елементах від деталей невеликих інтер'єрів при реставрації приміщень до оцінки можливої висоти майбутнього висотного будинку або цілого містобудівного комплексу.

Головною умовою для виконання подібних розрахунків, відпрацьованих автором, є наявність існуючого антропогенного середовища, об'єктивні величини якого можуть бути в подальшому вихідними даними для формул.

Одне з головних завдань роботи – дослідження пропорційних закономірностей довільної системи елементів в архітектурній композиції. Прямі співвідношення типу

$$\frac{y_5}{x_6} = \frac{y_6}{x_6}, \text{ що виражають лінійні}$$

графіки побудови геометричної пропорції в поєднанні з формулами арифметичної пропорції, можуть давати більш детальну характеристику об'єкта новобудови.

Такі пропорції можна виразити через формули, що поєднують функції добутку, різниці і суми.



С.В. Сьомка

доцент Київського національного університету будівництва і архітектури, канд. архіт.

Наприклад:

$$\frac{y_6 - x_6}{y_6 + x_6} = \frac{\left(1 - \frac{x_6}{y_5}\right) \left(\frac{y_5}{x_6} - 1\right)}{\left(\frac{y_5}{x_6} - \frac{x_6}{y_5}\right) \left(\frac{y_5}{x_6} + 1\right)} = \frac{\frac{y_5}{x_6} - 1}{\frac{y_5}{x_6} + 1}$$

Така формула, незважаючи на те, що вона дещо складніша за просте співвідношення, надає додаткові характеристики поля новітньої забудови. Характерне перетворення цієї формули:

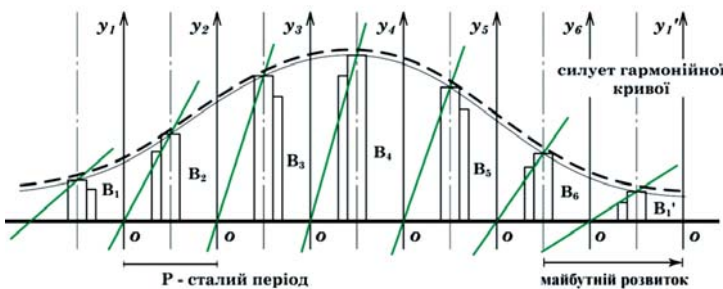
$$\frac{y_6 - x_6}{y_6 + x_6} = \frac{\frac{y_5}{x_6} - 1}{\frac{y_5}{x_6} + 1} = \frac{y_5 - x_6}{y_5 + x_6}$$

На базі попереднього (фонового) і існуючого ряду забудови можна виразити загальну складну формулу цього співвідношення:

$$\frac{(y_6 - x_1)(y_1 - x_2)(y_2 - x_3)(y_3 - x_4)(y_4 - x_5)(y_5 - x_6)}{(y_6 + x_1)(y_1 + x_2)(y_2 + x_3)(y_3 + x_4)(y_4 + x_5)(y_5 + x_6)} = \frac{(y_1 - x_1)(y_2 - x_2)(y_3 - x_3)(y_4 - x_4)(y_5 - x_5)(y_6 - x_6)}{(y_1 + x_1)(y_2 + x_2)(y_3 + x_3)(y_4 + x_4)(y_5 + x_5)(y_6 + x_6)}$$

Загальний зведений графік функції, описаний такою формулою, утворює силует гармонійних елементів загальної архітектурної композиції:

Звичайна ступенева пропорція на один модуль не складна і характеризується лінійним графіком функції. Пряма цього графіка теж проходить через початок координат, як і геометричної пропорції. Але ступенева пропорція дає змогу уточнити параметри функції. Якщо взяти загальні показники існуючого і попереднього ряду, то вони і в формульному, і в графічному вираженні більш детально описують існуюче середовище сумами. Графік функції (комплексний) виглядає таким чином:



При зміщенні графіка функції на один і той самий сталий період вимальовується загальна картина розгортки майбутньої вулиці (проспекта) з урахуванням величин (у даному випадку висот) всіх існуючих будинків. Щодо гармонійності і органічності природних і архітектурних форм новобудова досить ефективно «вписується» в силует існуючого середовища.

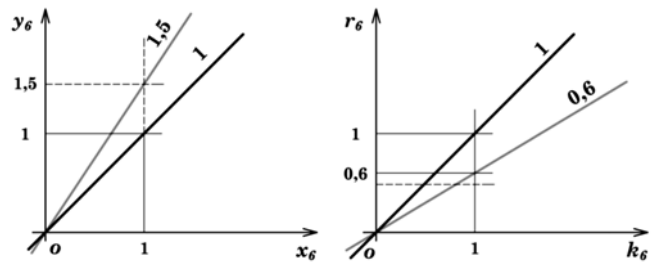
Ступенева пропорція дещо складніша за геометричну через введення в формулу додатково значень ступенів. Тут перша формула показує, що загальний результат – лінійний графік функції, який проходить через початок координат

$$\frac{y_5}{(x)_6} = \frac{y_5^{\frac{1}{(k)_6}}}{(x)_6^{\frac{1}{r_6}}} = \frac{y_6^{k_6}}{x_6^{r_6}} \Rightarrow \frac{y_6}{x_1} = \frac{y_1^{r_1}}{x_1^{r_1}}$$

Але в ступеневій функції, що характерна для ступеневих пропорцій, є дві складові – показники основи і показники ступеня, до якого основа піднімається. Їх можна описати формулами

$$\frac{y_5}{(x)_6} = \frac{y_6^{k_6}}{(x)_6^{r_6}} = \frac{y_6}{x_6}, \text{ де } \frac{r_5}{(k)_6} = \frac{r_6}{k_6} \text{ (ступені),}$$

що характерні для графіків лінійних функцій, які передаються прямою лінією і проходять через центр системи координат:



Необхідно відзначити, що в одному розглядуваному сегменті модуля і в одному співвідношенні між відомою і невідомою величинами існує закономірність, і якщо співвідношення (наприклад x_6) більше одиниці, то ступінь (k_6) менше одиниці і навпаки – якщо величина співвідношення менше одиниці, то ступінь більше одиниці. Наприклад:

відоме $x_6 = 1,619047$ шукане
 $(21) \leftarrow (27)$
 $k_6 = 0,8634$
 B_5 B_6

21, 27 – кількість поверхів у будинку або висота споруди (будинку) в метрах, тобто:

$$x_6 = \frac{B_6}{B_5} = \frac{27}{21} = 1,619047;$$

$$k_6 = \frac{\ln B_5}{\ln B_6} = \frac{21}{27} = 0,8634.$$

Наприклад, щоб порахувати з точки зору геометричності пропорцій рекомендовану кількість поверхів у новому будинку, не достатньо знати лише кількість поверхів сусіднього (попереднього) будинку. Тобто, з відомої висоти попереднього будинку, наприклад 21 поверх, зовсім не впливає, що кількість поверхів новобудови повинна дорівнювати 27.

Таким чином, щоб звузити коло розрахунків і отримати необхідну пропорцію, потрібно розширити спектр аналізу і в нашу систему ввести достатню кількість інформації, виражену попередніми величинами і співвідношеннями між ними.

Ступенева пропорція поки що не набула такої популярності і розповсюдження як арифметична і геометрична, але завдяки своїй компактності і зручності може вигідно доповнити їх з точки зору дослідження і комплексного графічного аналізу існуючого архітектурного середовища, розроблення рекомендацій у прикладному проектуванні нових будинків і споруд та аналізі різноманітних композицій.

Арифметична, геометрична і ступенева пропорції надають достатньо вичерпну графо-аналітичну інформацію про існуючий стан архітектурної фронтальної та об'ємної композиції і можливість доповнення її новими елементами цієї композиції, які будуть знаходитись: а) в контексті і характері існуючої забудови і не руйнувати сформований баланс; б) «вписуватись» в існуючий пропорційний ряд даної системи з урахуванням всіх його співвідношень і пропорцій; в) бути не тільки логічним продовженням існуючої пропорційної системи, але й в подальшому – своєрідною базою в уявному ланцюгу будівель для подальшого розрахунку майбутнього перспективного розвитку будівництва.

Всі ці три стадії вивчення характерні і для живої природи (в біоніці), і для штучного антропогенного середовища, при яких необхідно виконати:

- I) дослідження та обмір реальних форм;
- II) аналіз і моделювання прототипів;
- III) розробку і проектування нової архітектурної форми.

Коли ми говоримо про об'єктивні характеристики об'ємно-просторової композиції в архітектурі, то згадуємо про форму, фактуру і колір.

У нашому випадку вирішальну роль відіграє саме форма, яка, з одного боку, пов'язана з функціонально-планувальною структурою («функція диктує форму»), а з іншого – з естетичною оцінкою гармонійності даної форми по відношенню до інших подібних елементів конкретної композиції.

У багатьох наукових дослідженнях підкреслюється велике значення, яке могли б мати в архітектурній композиції саме цифрові (пропорційні математичні) вираження тих чи інших естетичних вподобань, гармонійних співвідношень. Саме результатом таких пошуків і були: ордерні системи, модутори, золотий переріз, єгипетський квадрат, пропорційні модульні системи тощо.

За декілька століть інтенсивного будівництва людство на початок ХХІ ст. вже створило величезне штучне середовище (освоєно понад 25 % території планети), в середині якого вже виникають проблеми оновлення існуючих пропорційних систем або розробки нових, пов'язаних із проблемою ущільнення забудови.

Саме в такому штучному (антропогенному) середовищі постає безліч проблем з нового будівництва, реставрації, реконструкції з надбудовою (прибудовою), реставрації з модернізацією тощо. Вирішення їх потребує конкретної відповіді на запитання – а що є естетичним, красивим і гармонійним в існуючому середовищі, виходячи з сучасних умов будівництва і вимог замовника.

Співвідношення існуючого антропогенного середовища вже є вихідними даними для дослідження і подальшого застосування як окремої пропорційної системи, закономірності якої не тільки мають право на існування, але в реальному часі справляють свій вплив як на окремого спостерігача, так і на людське суспільство в цілому. Оскільки людство поступово (крок за кроком) створює те саме штучне середовище, в якому потім існує, то очевидно, що штучне середовище і людське суспільство не тільки мають тісний взаємозв'язок, а справляють одне на одного величезний вплив, який характеризується великою кількістю наукових термінів і показників.

Як важко взаємопов'язати науку і мистецтво, творчість і розрахунок, так важко поєднати поняття гармонійна композиція і розрахунок гармонійних пропорцій. Але саме архітектура, архітектурна композиція, як ніяка інша наука, завдяки своїй специфіці досить вдало поєднує і науковий розрахунок, і великий політ творчої фантазії.

Гармонію і красу не можна виміряти за допомогою шкали, але гармонійні і красиві речі в архітектурі можна дослідити за допомогою співвідношень задля виявлення закономірностей створення вдалої архітектурної композиції і розробки науково-обґрунтованих засад створення майбутньої універсальної пропорційної системи вдалих пропорцій.

Як і в живій природі в зодчестві все дуже тісно взаємопов'язано: існуючі архітектурні об'єкти не тільки справляють естетичний вплив на глядача, але й впливають на подальший процес формоутворення в окремо взятому середовищі. Тим більше, що в реальному архітектурному середовищі відбувається постійний сумарний процес «нашарування» пропорційно-структурної, історично-стильової інформації, яка може бути прочитана на «різних» архітектурних мовах, із «різними містобудівними контекстами» та пропорційними закономірностями.

Таке інформаційне поле в пропорційних системах виражається різного виду співвідношеннями і закономірностями між ними.

Таким чином, можна дійти висновку про необхідність цифрового вираження деяких вдалих композиційних вирішень, їх дослідження і можливість переведення в об'ємно-просторове вирішення майбутнього будівництва з урахуванням деяких особливостей.

Зміст різноманітних пропорцій і пропорційних систем в архітектурній композиції зводиться до наступних положень:

а) пошук зручних інструментаріїв та методології для розроблення і створення гармонійних композицій;

б) визначення шляхів аналізу і застосування закономірностей кожної пропорційної системи в структурі архітектурної композиції;

в) проведення аналогій між пропорційними закономірностями матеріального світу живої природи і штучного середовища, що нас оточує;

г) створення площинних і просторових (сумарних) моделей архітектурного простору на основі проектного і експериментального моделювання;

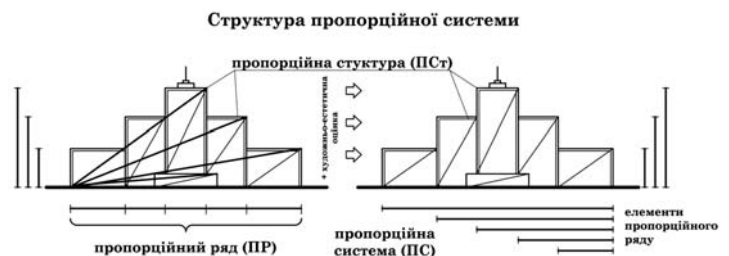
д) включення етапу «Пошук пропорційних закономірностей існуючого штучного середовища» в процесі прикладного проектування на стадії «експериментальне проектування» (фор-проект) і застосування результатів цього пошуку на стадії «Проект» і (частково) «Робочі креслення»;

е) розроблення загальних і базових положень із застосування методу дослідження пропорційних закономірностей (ДПЗ) між послідовно розміщеними елементами архітектурної композиції;

є) застосування методу ДПЗ і його положень у процесі прикладного проектування базових типів будинків і їх комплексів.

Сумарний графік арифметичної, геометричної і ступеневої пропорцій дозволяє створити досить просту методику пошуку пропорційних характеристик штучного середовища з метою їх подальшого застосування в проектуванні нових елементів цього конкретного середовища. Тобто, пропорційна структура існуючого середовища диктує умови створення в ньому нових об'єктів, доповнення її новими композиційними елементами.

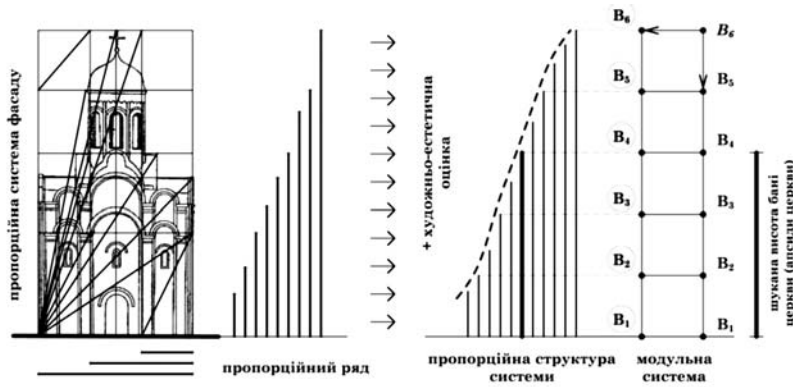
Пропорційна структура (в даному випадку закономірність побудови) – характерна побудова співвідношень основних елементів і деталей досліджуваної архітектурної композиції, що визначають особливості пропорційної системи. Декілька пропорцій структур різних фасадів і планів є складовими пропорційної системи, наприклад, всього будинку. Пропорційна система (ПС) – наявність закономірностей, сукупність частин і елементів архітектурної форми між собою і з формою у цілому. ПС за принципом побудови ділиться на: раціональні (цілочислові відношення 1:2; 5:3), в основі яких лежить модуль (наприклад радіус колони в ордерних системах), ірраціональні (співвідношення форми і її деталей: 1,33333; 1,66666 тощо). Пропорційна система передбачає в своєму арсеналі наявність характерного пропорційного ряду.



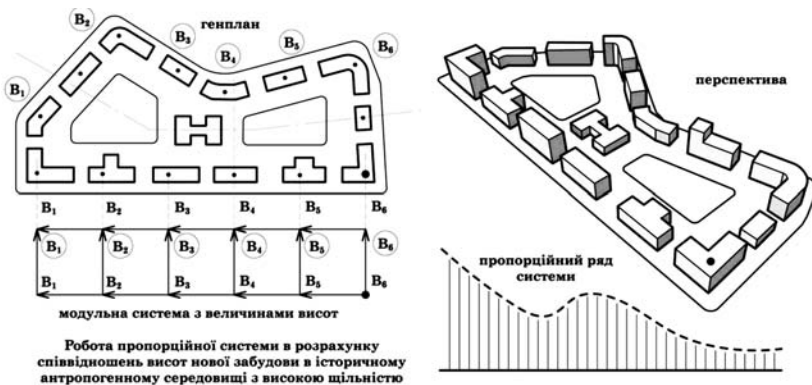
Пропорційні системи можуть передбачати один або декілька пропорційних рядів, які характеризують різні пропорційні структури однієї і тієї ПС, наприклад, різні пропорційні структури фасаду і ПС плану при дослідженні однієї і тієї пропорційної системи окремого висотного житлового будинку.

Пропорційна система окремого об'єкта дослідження може складатись із однієї пропорційної структури або декількох, яка є сумарною (зведеною) структурою, що складається з пропорцій між багатьма характерними величинами на генплані, розрізі, фасаді і планах цього будинку. Такі величини деталей і пропорцій при дослідженні наявної пропорційної системи і будуть утворювати пропорційний ряд системи (ПРС).

Пропорційний ряд – сумарний перелік величин прямих замірів основних елементів і деталей архітектурної композиції як по горизонталі (в плані), так і по вертикалі (фасади і розрізи), який є основою для подальшого знаходження співвідношення і дослідження пропорційних закономірностей між послідовно розміщеними елементами архітектурної композиції з метою створення пропорційної модульної сітки планів або фасадів.



Пропорційна система. Робота пропорційної системи в розвитку і побудові композиції фасаду



Робота пропорційної системи в розрахунку співвідношень висот нової забудови в історичному антропогенному середовищі з високою щільністю

Логарифмічна пропорція – певне співвідношення частин цілого між собою, яке є похідним від геометричної або ступеневої пропорції, виражених натуральними логарифмами відношень або різниць чотирьох послідовних величин. Наприклад:

$$\frac{y_6}{x_6} = \frac{y_5}{(x)_6} \Rightarrow \ln y_6 - \ln x_6 = \ln y_5 - \ln (x)_6;$$

$$\frac{r_6}{k_6} = \frac{r_5}{(k)_6} \Rightarrow \ln r_6 - \ln k_6 = \ln r_5 - \ln (k)_6;$$

відношення → різниця логарифмів відношень

$$\frac{y_6^{k_6}}{x_6^{r_6}} = \frac{y_5^{(k)_6}}{(x)_6^{r_5}} \Rightarrow k_6 \ln y_6 - r_6 \ln x_6 = \ln y_5 - \frac{\ln (x)_6}{r_5}$$

відношення → різниця логарифмів, зі степенями помножених на ступені.

Тобто пропорційна система (ПС) складається з пропорційної структури (ПСт) і пропорційних рядів (ПР) або модульних сіток системи, а пропорційна структура (ПСт) з елементарних частин – пропорційних рядів (ПР) системи.

Ступеневі пропорції поглиблюють характеристики досліджуваної структури, що дає змогу уточнити рекомендовані нюансні параметри новобудови, пов'язавши їх загальними закономірностями цієї системи. Але сама ступенева пропорція може бути легко перетворена на логарифмічну, бо там де існують ступені, можливе їх вираження через натуральний логарифм.

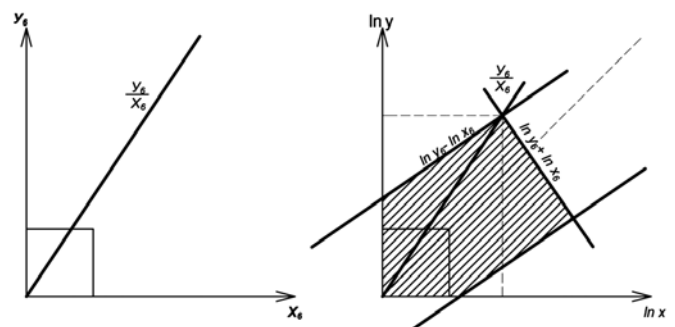
Наприклад, зі звичайної ступеневої пропорції звичайним логарифмуванням можна отримати наступну логарифмічну пропорцію:

$$\frac{y_5^{\frac{1}{(k)_6}}}{(x)_6^{\frac{1}{r_5}}} = \frac{y_6^{k_6}}{x_6^{r_6}} \Rightarrow \frac{\ln y_5}{(k)_6} - \frac{\ln (x)_6}{r_5} = k_6 \ln y_6 - r_6 \ln x_6.$$

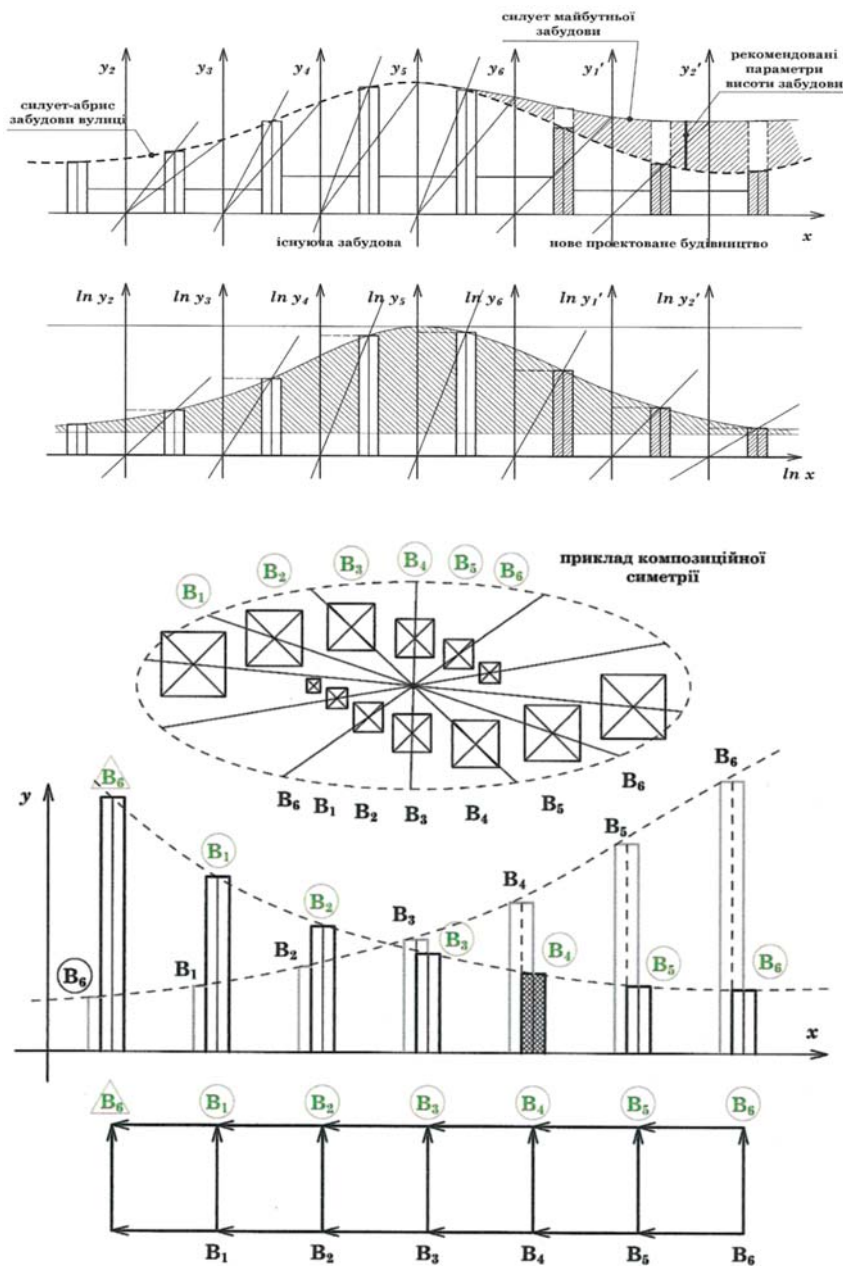
ступенева пропорція логарифмічне перетворення логарифмічна пропорція

Таким чином, будь-яку геометричну або ступеневу пропорцію можна перетворити в логарифмічну.

У логарифмічному співвідношенні дуже важливим є графічне вираження як ілюстрація можливості окреслення умовних допустимих параметрів майбутнього об'єкта в просторі (на системі координат).



Логарифмічні пропорції на основі натурального логарифма при накладанні на графік розширюють можливість визначення рекомендованих параметрів забудови як по горизонталі, так і по вертикалі (план і фасад) на основі пропорції існуючого і попереднього ряду загальної композиції з її індивідуальною пропорційною системою.



Лінійні графіки лінійних функцій, що сприяють створенню обрис-контурів і силуету майбутньої забудови, в цілому дають можливість отримати необхідні графіки для графо-аналітичного дослідження існуючої забудови.

Таким чином, стає ефективною оцінка параметрів величини (висоти, площі або об'єму) нового елемента в пропорційній структурі існуючої архітектурної композиції (при накладанні силуетів профілів двох або більше архітектурних ансамблів).

Логарифмічні пропорції на основі натурального логарифма, які є похідними від звичайної арифметичної, геометричної або ступеневої пропорцій, розглядаються сумарно з ними.

На рівні графоаналітичного методу визначення допустимих меж майбутнього будинку такі пропорції дають на обраній системі координат точки або прямі, які обмежують допустимі параметри нового об'єкта таким чином, щоб його габарити не руйнували уже сформовану пропорційну структуру, загальну нюансну композицію.

У логарифмічних пропорціях, як і в будь-яких інших, є деякі закономірності, які характеризуються сталістю і повторюваністю, і застосовувати їх необхідно як до всієї пропорційної системи в цілому, так і до окремих її секторів (або модулів) методом поступового розрахунку величин (ланцюгово) за допомогою співвідношень між ними.

Саме співвідношення між величинами, а не самі величини є кінцевою метою розрахунків. Це відбувається тому, що неможливо визначити якою, наприклад, повинна бути висота нового будинку, але з допомогою пропорцій в існуючій забудові (що її оточує) можна вираховувати співвідношення параметрів його висоти, вище (max) і нижче якої (min) вона не має бути. У такому разі не буде зруйновано існуючу (що склалася) пропорційну систему, пропорційну структуру, і пропорційний ряд реального антропогенного (урбанізованого) середовища.

Таким чином, існуючі пропорції даної системи є основними, від яких слід відштовхуватись, щоб ланцюгово проводити подальші розрахунки.

Розглянемо більш детально зміст логарифмічних пропорцій в архітектурній композиції. Як відзначалось раніше, попередні розрахунки треба проводити від початкових арифметичних, геометричних і ступеневих пропорцій:

$$m_6 - n_6 = \textcircled{n}_6 - m_5 \Rightarrow \ln(m_6 - n_6) = \ln(\textcircled{n}_6 - m_5);$$

відношення
арифметичне

$$\frac{y_6}{x_6} = \frac{y_5}{\textcircled{x}_6} \Rightarrow \ln y_6 - \ln x_6 = \ln y_5 - \ln(\textcircled{x}_6);$$

відношення
геометричне

логіарифмічні пропорції

$$\frac{a_6}{b_6} = \frac{b_5}{a_6} \Rightarrow \ln a_6 - \ln b_6 = \ln b_5 - \ln a_6;$$

відношення геометричне логарифмічно-арифметичні пропорції (різниця логарифмів)

$$\frac{y_6^{k_6}}{x_6^{r_6}} = \frac{y_5^{\frac{1}{k_6}}}{x_6^{\frac{1}{r_6}}} \Rightarrow k_6 \ln y_6 - r_6 \ln x_6 = \frac{\ln y_5}{k_6} - \frac{\ln x_6}{r_6};$$

$$\frac{a_6 \cdot x_6}{b_5 \cdot y_5} = \frac{b_6 \cdot x_6}{y_6 \cdot a_6} \Rightarrow \ln b_5 \cdot \ln y_5 - \ln a_6 \cdot \ln x_6 = \ln b_6 \cdot \ln y_6 - \ln a_6 \cdot \ln x_6$$

відношення геометричне (різниця добутоків логарифмів).

Проаналізувавши різні співвідношення одного сегмента з шуканим елементом B_6 (добуток – a_6 , ступінь – k_6 і ділення x_6), а також їх співвідношення одне відносно одного та в вигляді натуральних логарифмів, можна встановити таку сталу величину:

$$\begin{matrix} B_5 & a_6 & B_6 \\ \bullet & \longleftarrow & \bullet \\ & k_6, x_6 & \\ & \text{вектор} & \end{matrix}; \quad \frac{\ln a_6 \cdot \ln k_6}{\ln x_6} = -2.$$

Така постійна величина характерна не тільки для одного окремо взятого співвідношення між двома величинами, але й для будь-яких інших співвідношень між двома величинами всього модуля і всієї системи співвідношень, умовно показаних на схемі стрілочкою вектора

$$\frac{\ln a_6 \cdot \ln k_6}{\ln x_6} = \frac{\ln b_6 \cdot \ln r_6}{\ln y_6} = \frac{\ln a_6 \cdot \ln k_6}{\ln x_6} = -2,$$

де a і b – добуток між величинами; x і y – ділення величини на попередню; k і r – ступені, до яких треба піднести число, щоб отримати попереднє.

Таким чином, в формулі $\frac{\ln a_6 \cdot \ln k_6}{\ln x_6} = -2$

можна виконати просту перестановку складових $\ln a_6 = -\frac{2 \ln x_6}{\ln k_6}$ і отримуємо:

$$\ln b_5 \cdot \ln y_5 - \ln a_6 \cdot \ln x_6 = \ln b_6 \cdot \ln y_6 - \ln a_6 \cdot \ln x_6,$$

в результаті

$$\frac{(\ln y_5)^2}{\ln r_5} - \frac{(\ln x_6)^2}{\ln k_6} = \frac{(\ln y_6)^2}{\ln r_6} - \frac{(\ln x_6)^2}{\ln k_6}.$$

Ця формула дуже подібна до формули співвідношень різниці логарифмів

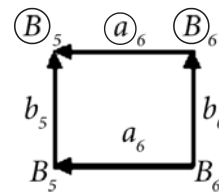
$$\ln y_5 - \ln x_6 = \ln y_6 - \ln x_6,$$

яка, в свою чергу, є похідною від $\frac{y_5}{x_6} = \frac{y_6}{x_6}$. Тобто є результатом логарифмування цієї формули.

Подібним чином можна видозмінити і відоме попереднє співвідношення $\frac{b_5}{a_6} = \frac{a_6}{b_6}$, пере-

творивши його в співвідношення логарифмів добутоків між величинами, і така рівність буде дійсна для будь-якого векторного модуля системи

$$\frac{(\ln a_6)^2}{\ln K_6} - \frac{(\ln b_5)^2}{\ln R_5} = \frac{(\ln b_6)^2}{\ln R_6} - \frac{(\ln a_6)^2}{\ln K_6}.$$



У результаті отримаємо вираження в логарифмічній формі (натуральний логарифм) звичайних геометричних пропорцій:

$$\frac{(\ln y_5)^2}{\ln r_5} - \frac{(\ln x_6)^2}{\ln k_6} = \frac{(\ln y_6)^2}{\ln r_6} - \frac{(\ln x_6)^2}{\ln k_6}; \quad (1)$$

$$\frac{(\ln a_6)^2}{\ln R_6} - \frac{(\ln b_5)^2}{\ln R_5} = \frac{(\ln b_6)^2}{\ln R_6} - \frac{(\ln a_6)^2}{\ln K_6} \quad (2)$$

відомі співвідношення між відомими величинами B_5, B_6, B_5 відомі співвідношення невідомої величини B_6 до інших.

Між цими двома формулами, в свою чергу, можна виконати операцію віднімання (додавання) логарифмів. Після віднімання 1 і 2 формули, остаточне співвідношення буде мати такий вид:

$$\begin{aligned} & \frac{(\ln a_6)^2}{\ln K_6} + \frac{(\ln x_6)^2}{\ln k_6} - \frac{(\ln b_5)^2}{\ln R_5} - \frac{(\ln y_5)^2}{\ln r_5} = \\ & = \frac{(\ln b_6)^2}{\ln R_6} - \frac{(\ln y_6)^2}{\ln r_6} - \frac{(\ln a_6)^2}{\ln K_6} + \frac{(\ln x_6)^2}{\ln k_6}. \end{aligned}$$

Сума буде мати такий вид:

$$\begin{aligned} & \frac{(\ln a_6)^2}{\ln K_6} + \frac{(\ln x_6)^2}{\ln k_6} - \frac{(\ln b_5)^2}{\ln R_5} + \frac{(\ln y_5)^2}{\ln r_5} = \\ & = \frac{(\ln b_6)^2}{\ln R_6} - \frac{(\ln y_6)^2}{\ln r_6} - \frac{(\ln a_6)^2}{\ln K_6} + \frac{(\ln x_6)^2}{\ln k_6}. \end{aligned}$$

