

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.

**А**рхітектура – одне із самих виразних і значущих щодо впливу на людину мистецтв. Між суспільством і архітектурним середовищем існує безпосередній зв'язок і контакт: людина своєю діяльністю впливає на архітектуру, а архітектура справляє вплив на людину. При цьому, для зодчества характерне нашарування різних історичних епох, які обов'язково необхідно враховувати при проектуванні нового будівництва, реставрації, реконструкції, добудові, надбудові з модернізацією тощо. Будь-які значні зміни в об'ємно-просторовому вирішенні архітектурної композиції пов'язані зі зміною форми, фактури і кольору.

У проектній практиці часто трапляються випадки, коли необхідно оцінити містобудівну ситуацію з точки зору гармонійності (висот, обсягів і площ) нового будівництва відносно існуючого архітектурного середовища (фонові забудови). Здебільшого в такій ситуації архітектор покладається на свій досвід візуальної оцінки композиції, в результаті якої він інтуїтивно визначає гармонійну, на його погляд, величину будови і її пропорційну структуру. Таку пропорційну структуру (набір співвідношень) – своєрідний пропорційний ряд – може мати архітектурна деталь, площа стіни, фасад будинку, розгортка по вулиці, композиція архітектурного комплексу.

**Пропорційний ряд (ПР)** – набір пропорційних, характерних для даної системи і структури послідовно розташованих у порядку зростання, ритмічних співвідношень, які виявлені при обмірах об'єкта, що досліджується. ПР співвідношень може стосуватись будь-якої композиції і бути відображений різноманітними цифровими закономірностями. Наприклад, пропорційний ряд співвідношень «золотого перерізу» (або ряду Фібоначчі) можна виразити наступним рядом цифр:



**С.В. Сьомка**

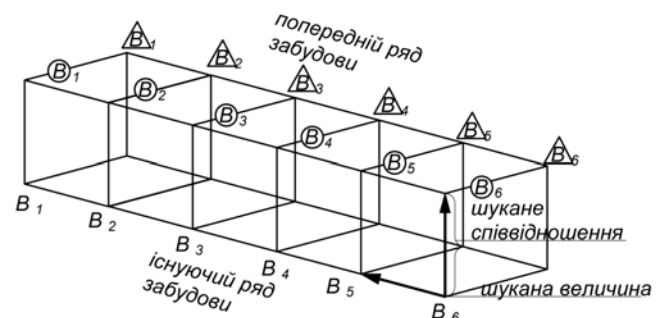
доцент Київського національного університету будівництва і архітектури, канд. архіт.

1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89, 144, 233,  
де  $2 + 3 = 5$ ;  $3 + 5 = 8$  і т. д.

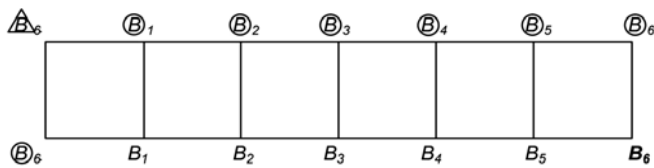
Співвідношення можуть бути виражені як числовими величинами, так і величинами відрізків (висоти і ширини фасаду, членування деталей, діагоналей всього фасаду та окремих фрагментів, радіусів у ритмостенографії тощо). Так розрізняють геометричні пропорції  $\frac{y_5}{x_6} = \frac{y_6}{x_6}$

і арифметичні пропорції  $(m)_6 - m_5 = m_6 - n_6$ . Пропорції можуть бути виражені ступеневою формулою, наприклад:  $a = b^k$ ,  $B_5 = B_6^{k_6}$  або логарифмічною пропорцією  $\ln a = k \cdot \ln b$ ;  $\ln B_5 = k_6 \cdot \ln B_6$ .

Будь-яку структуру фасаду або розгортку вулиці існуючої забудови можна уявити плоскою або об'ємною системою координат, в якій необхідно знайти, наприклад, висоту проєктованого будинку  $B_6$ . Оскільки вся система повинна розглядатися в комплексі з сусідньою вулицею, то її будинки (точніше їх висоти) можуть бути прийняті як попередній ряд забудови.



Невідома шукана величина  $B_6$  буде розміщуватись в існуючому ряді забудови на ортогональній планувальній сітці вулиці таким чином:



Пропорції, використані в роботі:

- арифметична (різниця)

$$\textcircled{n}_6 - m_5 = m_6 - n_5;$$

- геометрична (ділення співвідношень)

$$\frac{y_5}{\textcircled{x}_6} = \frac{y_6}{x_6};$$

- ступенева

$$\frac{y_5^{\frac{1}{\textcircled{k}_6}}}{\frac{1}{x_6}} = \frac{y_6^{k_6}}{x_6}; \quad B_5 = B_6^{k_6};$$

- логарифмічна (натуральний логарифм)

$$\ln r_5 - \ln \textcircled{k}_6 = \ln r_6 - \ln k_6; \quad \ln B_5 = k_6 \cdot \ln B_6;$$

- складна ступенева

$$\frac{B_6^{\frac{1}{B_6}}}{\frac{1}{B_5^{\frac{1}{B_5}}}} = L_6; \quad \frac{B_6^{\frac{1}{B_6}}}{\textcircled{B}_6^{\frac{1}{B_6}}} = T_6;$$

- складна ступенева з перевернутим добутком

$$l_6 = B_5^{\frac{1}{B_6}}; \quad t_6 = \textcircled{B}_6^{\frac{1}{B_6}}; \quad \Rightarrow \frac{\textcircled{B}_6^{\frac{1}{B_6}}}{\frac{1}{B_5^{\frac{1}{B_6}}}} = \frac{t_6}{l_6}.$$

*Геометрична пропорція* – одна з основних у пропорційному спектрі гармонійних співвідношень. Крім того, вона найдавніша з усіх видів архітектурних пропорцій, виявлених дослідниками. Геометрична пропорція полягає в дослідженні величин співвідношень архітектурного об'єкта і його деталей між собою. Вона може використовуватись при виявленні подібності в обмірах форм архітектурних об'єктів як при симетрії, так і при асиметричній композиції. В геометричній пропорції, як і в багатьох інших, головним є виявлення закономірностей у співвідношеннях елементів композиції між собою. Досить часто такі закономірності співвідношень виявлялись гармонійними і вдалимими при використанні пропорцій «золотого перерізу». Послідовне розміщення пропорцій «золотого пере-

різу», що застосовується в тій чи іншій композиції, від найменшого до найбільшого утворює послідовний пропорційний ряд. Значення послідовно розміщених елементів такого ряду знаходяться в пропорційному співвідношенні «золотого перерізу» (ряду Фібоначчі) з попередніми елементами цього ряду. Геометрична пропорція безпосередньо пов'язана з «золотим перерізом» у створенні гармонійних співвідношень ритму і метра. При зміні основних співвідношень 0,618:1:1,618 у бік зменшення або збільшення порушується гармонійність композиції. Співвідношення «золотого перерізу» не рекомендується спрощувати до простих пропорцій приміщення в плані. Такі складні пропорції найбільш доречно розглядати комплексно в архітектурних ансамблях (фасадах великих будівель, при розрахунках підвищень у розрізах великих глядацьких залів тощо), де має місце ланцюг пропорційних ритмічних співвідношень, розміщених послідовно, як і в багатьох аналогах живої природи, де прослідковується співвідношення ряду Фібоначчі.

*Арифметична пропорція* – заснована на різниці величин між основними елементами розглядуваної композиції та її деталями і дрібними елементами:  $n_6 - m_5 = m_6 - n_5$ . Арифметична пропорція в архітектурній композиції з'явилась пізніше, але набула досить широкого розповсюдження серед зодчих (від єгипетських пірамід і російських мір довжини до сучасних пропорційних систем). Вона є обов'язковим доповненням геометричної пропорції при обмірах з натури і дослідженні пам'яток культури, реставрації і реконструкції архітектурних ансамблів, виявленні закономірностей різних видів архітектурної композиції. Арифметична пропорція теж може використовуватись комплексно при проектуванні великих архітектурних ансамблів в існуючому антропогенному (фоновому) середовищі при розміщенні послідовних пропорцій у ланцюгу, в якому з різниці попереднього і наступного значення величини утворюється деякий гармонійний ритмічний ряд.

*Ступенева пропорція* – система гармонійних співвідношень, яка також існує в живій природі і через біонічне моделювання і макетування може бути застосована в архітектурній композиції з урахуванням масштабу людини. Ступенева пропорція може бути використана по відношенню до об'ємно-просторового і функціо-

нально-планувального вирішення будівель і споруд і виражатись формулою  $B_5 = B_6^{k_6}$ , де  $B_5$  – попередня відома величина, а  $B_6$  – невідома величина (висота, площа, об'єм) шуканого об'єкта новобудови.

Поряд із геометричною і арифметичною пропорціями вона може бути застосована при дослідженні необхідних допустимих величин (наприклад, висоти) нового будівництва в існуючій (фоновій) забудові. Висота нового будівництва може регламентуватись не тільки нормативними документами і обмеженнями висоти споруди в історичній зоні, але й умовами гармонійності співвідношень до відповідних величин оточуючого середовища. Ступенева пропорція може мати місце як в ряді «золотого перерізу», так і в пропорційному ряді, заснованому на існуючій забудові, далекій від загальноприйнятих канонів гармонії.

*Логарифмічна пропорція* (на основі натурального логарифма) – є похідною від ступеневої пропорції і має вигляд  $\ln B_5 = k_6 \cdot \ln B_6$  (співвідношення між абсолютними величинами) або  $\frac{1}{k_6} \cdot \ln y_5 - \frac{1}{r_5} \cdot \ln(x)_6 = k_6 \cdot \ln y_6 - r_6 \ln k_6$  (співвідношення між абсолютними величинами). Логарифмічна пропорція може стосуватись як співвідношень «золотого перерізу», так і метричних, симетричних, асиметричних, ритмічних архітектурних композицій. Логарифмічні пропорції можуть утворювати складні наслідкові поверхні подвійної і одинарної кривизни, які характеризують різні архітектурні композиції (фасаду, розгортки по вулиці тощо). Така пропорція в одному ряді з геометричними, арифметичними і ступеневими пропорціями дає змогу більш детально характеризувати досліджувану архітектурну композицію з метою визначення показників максимальних і мінімальних величин шуканих параметрів.

Оскільки, найбільш зручним для людського сприйняття є наявність 6–7 елементів в архітектурній композиції, то ми вичленимо з розгортки фрагмент фасадів саме шести будинків, що знаходяться поруч із новобудовою, і назвемо її існуючим рядом забудови. До цього ряду буде належати і шукана величина  $B_6$ . При цьому будь-яка планувальна сітка вулиць (квадратна, прямокутна, трикутна, комбінована, і радіально-кільцева) може бути перетворена умовно на

зручну для подальшого розрахунку квадратну сітку:



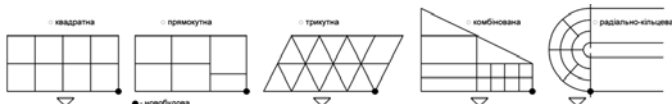
У практиці архітектурного проектування трапляються випадки, коли будь-яке естетичне рішення необхідно перевірити за допомогою цифр. Інтуїтивно зодчі керуються положенням, що в архітектурній композиції майбутнього нового будинку все повинно гармонійно взаємопов'язуватись, як в живій природі, де всі пропорції елементів гармонійно взаємопов'язані між собою закономірностями, які людство поступово відкриває для себе через математичні залежності, пропорції, співвідношення, графіки і формули їх вираження.

Ці формули можуть бути виражені різницею, діленням, добутком, логарифмом, сумою між відомими і шуканими величинами, але найважливіше в цих формулах – це пошук, знаходження і зведення всіх описових параметрів до отримання найменшої кількості невідомих показників (бажано одного), які й підкажуть проектувальнику приблизні допустимі параметри (наприклад висоти) майбутньої новобудови.

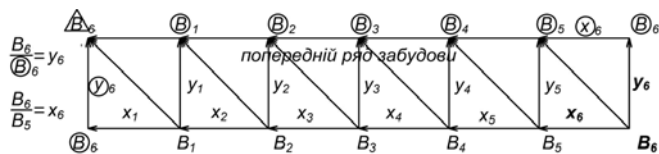
**1. Перетворення сітки вулиць оточуючої забудови на квадратну сітку моделі, необхідної для розрахунків.** Як відомо, будь-яке проектування починається «від землі» і здійснюється за схемою земля – генплан – план – фасади – розрізи – розгортки по вулиці – перспектива об'єкта – об'ємно-просторова перспектива всього комплексу з оточенням. Така схема відповідає основним положенням функціонального методу проектування, в якому «функція визначає форму».

Основну роль на початковій стадії проектування відіграють форма, площа і характер земельної ділянки під майбутню забудову. Нове будівництво може здійснюватись в історичній зоні, на ділянці з низькою, середньою або високою щільністю оточуючої забудови. Варіант, коли щільність забудови нульова, розглядається лише за наявності перспективного плану розвитку мікрорайону, коли конче потрібно розраховувати можливі пропорційні співвідношення

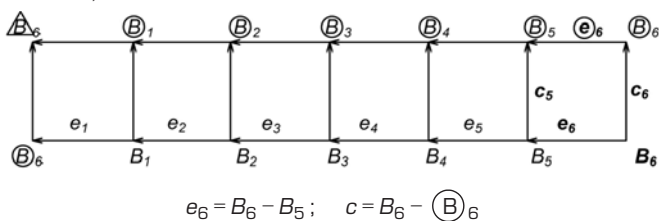
не одного будинку, а цілого комплексу або пропорційний ряд забудови цілої розгортки по даній вулиці на майбутнє. За будь-яких умов, проектувальнику доводиться стикатись з різноманітними за формою і характером генпланами, які для спрощення розрахунків рекомендується перетворити на експериментальний модуль з квадратною сіткою плану. Таке спрощення дає змогу отримати своєрідну векторну модель, в якій будь-яка за формою сітка плану буде перетворена в модуль з квадратною сіткою чарунок.



Така векторна модель на квадратній сітці буде мати наступний вигляд:



Таким чином, будь-яка існуюча «стартова» планувальна сітка вулиць може бути перетворена умовно на зручну для подальшого розрахунку квадратну сітку. Вона буде складатись з векторів і точок, де є ряд будинків попередньої забудови і існуючий (передній) ряд забудови. Невідома шукана величина  $B_6$  (висота, площа, об'єм будинку) буде розташовуватись в існуючому ряді забудови на ортогональній (векторній) планувальній сітці вулиці (в правому нижньому кутку моделі):



Таким чином, з двох попередніх моделей можна виділити попередні закономірності співвідношень даного пропорційного ряду.

$$\left. \begin{array}{l} \frac{B_6}{\textcircled{B}_6} = y_6 \\ \frac{B_6}{B_5} = x_6 \end{array} \right\} \Rightarrow \frac{y_6}{x_6} = \frac{B_5}{\textcircled{B}_6} = \frac{y_5}{\textcircled{x}_6}; \quad (\text{діленням})$$

$$\left. \begin{array}{l} B_6 - B_5 = e_6 \\ B_6 - \textcircled{B}_6 = c_6 \end{array} \right\} \Rightarrow \textcircled{B}_6 - B_5 = e_6 - c_6 = \textcircled{e}_6 - c_5$$

(через різницю).

Різноманітні взаємозалежності обов'язково існують у будь-якій архітектурній композиції і утворюють свій інформаційний пропорційний ряд, характерний саме для цього оточення і середовища. Досліджуючи пропорції архітектурних деталей, будинків і споруд, можна частково знайти відповіді на запитання – які принципи лежать в основі формотворення гармонійних і довершених витворів мистецтва. Це повною мірою стосується сучасних мегаполісів з уже сформованою структурою панорамних фасадів по фронту транспортних (водних) магістралей і фасадів будинків, розгортки вулиць тощо. Як і будь-який окремих будинок, кожна вулиця створювалася протягом визначеного періоду часу і відображає характер різних епох і часів з нашаруванням пропорцій, притаманних винятково цьому конкретному середовищу.

Кожне антропогенне утворення може бути досліджене з метою встановлення його власних внутрішніх гармонійних співвідношень. Дослідивши і визначивши основні формотворчі принципи таких комплексів, можна визначити які форми чи величини (висоти, маси, площі, об'єми) краще застосовувати при новому будівництві, реконструкції, реставрації або модернізації. Сучасне урбанізоване середовище теж можна розглядати як «сегмент» (або частину) одного великого цілого, в якому також можна виділити деяку шукану висоту (площу або об'єм) елемента новобудови, яку необхідно вирахувати на розгортці цілої вулиці, проспекту або на перетині різних планувальних структур тощо.

Такі схеми також можна привести до зручної спрощеної прямокутної (квадратної) сітки векторної моделі, яка дозволить знайти невідомі величини співвідношень, що формують загальну розгортку міста (мікрорайону).

У внутрішній структурі будь-якої системи діють закономірності, подібні математичним у великій зовнішній ланцюговій структурі, які за аналогією пропорційного ряду «золотого перерізу» можна переносити в експериментальне моделювання нової архітектури, взявши за основу попередній пропорційний ряд (закономірності) існуючої архітектури, урбанізованого середовища. Так, особливості «золотого перерізу» можуть не мати ніякого відношення до даної композиції, але вона виглядає досить гармонійною, оскільки її елементи споріднені за геометрією форм, нюансно співвідносні одне одному



і співмасштабні людині, утворюють цілісну врівноважену систему, створену з врахуванням пропорційних закономірностей середовища, оточення.

Наприклад, внутрішня система (просте співвідношення)

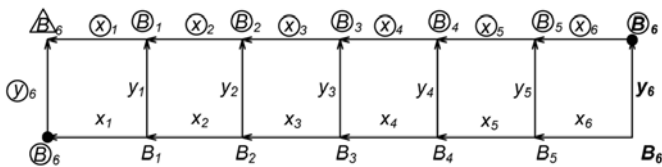
$$\frac{y_6^{k_6}}{x_6^{r_6}} = \frac{y_5^{\frac{k_6}{k_5}}}{k_6^{\frac{r_6}{r_5}}};$$

зовнішня об'єднувальна велика система з шести сегментів (складне добутоккове «сумарне» співвідношення)

$$\frac{y_1^{k_1-1} \cdot y_2^{k_2-1} \cdot y_3^{k_3-1} \cdot y_4^{k_4-1} \cdot y_5^{k_5-1} \cdot y_6^{k_6}}{x_1^{r_1} \cdot x_2^{r_2} \cdot x_3^{r_3} \cdot x_4^{r_4} \cdot x_5^{r_5} \cdot x_6^{r_6}} = 1.$$

За невідому величину  $B_6$  на генплані ділянки можна прийняти будь-яку шукану величину – відстані між будинками, шуканої деталі при реставрації будинку, висоту будинку, площу фасаду або деталі на фасаді, об'єм майбутньої новобудови в структурі ансамблю або комплексу. Якщо нам потрібно визначити рекомендовану (бажану) відстань до новобудови, то за вихідні дані необхідно взяти відстані між попередніми будинками на генплані, якщо необхідно визначити рекомендовану висоту, то попередні висоти прилеглих будинків; якщо площі – то площі, якщо об'єми – то об'єми. Головне, щоб всі розраховувані величини знаходились в одній системі виміру і мали спільні одиниці виміру (м, м<sup>2</sup>, м<sup>3</sup> тощо).

Всі визначені величини наносяться на ортогональну площину, співвідношення між якими можна зобразити умовними векторами і нанести їх умовні величини над відповідними векторами.

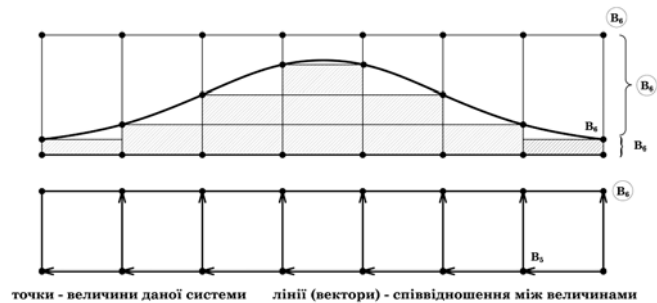


Перед початком розрахунків необхідно визначити статус, роль і місце в даній схемі попереднього об'єкта  $B_6$  і об'єкта  $B_5$ .

У будь-якому сформованому архітектурному середовищі можна виділити довільні близькі за значенням величини, які повторюються через певні інтервали. Їх можна визначити як опорні для розрахунку шуканої величини, в деяких випадках прийняти за 1 (одиницю), а в нашому –

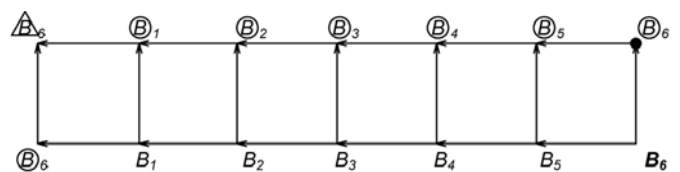
розраховувати зі всіма величинами на загальних підставах, визначити спільні одиниці виміру і відштовхуватись від них як від останніх відомих величин попередньої вулиці або кварталу, що передують тій величині, яку саме необхідно розрахувати.

За вихідні дані можна брати будь-які площини поверхні з їх величинами: елементи генплану, висоти фасадів тощо.



Приклад перетворення довільної поверхні на легку для розрахунків ортогональну векторну систему модулів

Таким чином, будь-яку поверхню можна перетворити на легку для розрахунків ортогональну векторну систему квадратних модулів, в якій точками позначені величини (з обраними нами системами і одиницями виміру), а лініями (стрілочками, векторами) – співвідношення між вищезгаданими величинами. При цьому, просторову систему величин теж досить легко можна перетворити на векторну площину.



Між будь-якими елементами архітектурної композиції (площинної, об'ємної, об'ємно-просторової) повинні існувати гармонійні співвідношення, які окреслюють межі майбутньої композиції уявною циркульною (параболічною) кривою, що асоціюється з формами живої природи.

Абрис - контур гармонійних пропорцій

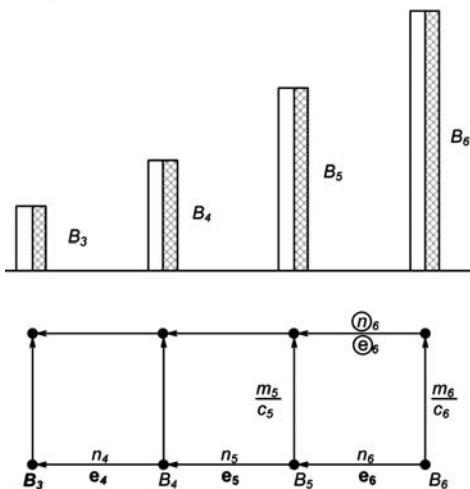


Розрахунок величини майбутньої забудови, виходячи з гармонійних співвідношень оточуючого середовища

У такій композиції виділяється і розраховується величина майбутньої новобудови, виходячи з понять естетичної краси і гармонійної співзвучності всіх елементів у цілому.

### Зміст різноманітних пропорцій в архітектурній композиції.

Арифметичні пропорції досить часто використовуються в архітектурній композиції як для розрахунку складних ланцюгових модульних систем, так і для приблизного розрахунку співвідношень між послідовними окремими елементами цієї композиції, один з яких невідомий (шуканий) на площині.



Арифметичну пропорцію в нашому випадку можна виразити таким співвідношенням різниць:

$$m_6 - n_6 = \textcircled{n}_6 - m_5 = e_6 - c_6 = c_5 - \textcircled{e}_6 = \textcircled{B}_6 - B_5.$$

За модулем такі величини рівні між собою, їх різниця дає однакову величину. За допомогою цих елементарних співвідношень між величинами можна в подальшому визначити ту оптимальну висоту, яку повинен мати об'єкт новобудови.

Будь-які співвідношення даного сегмента цієї модульної векторної системи будуть описуватись цим графіком функції, а будь-яке значення (цифрове вираження) цього співвідношення, виражене довільною точкою, буде знаходитись на цій прямій. У подальшому це дасть змогу описати параметри майбутньої новобудови декількома подібними графіками, вичленити його обриси в існуючому середовищі.

Арифметична пропорція є однією з найпростіших при комплексному застосуванні для визначення невідомих величин і їх співвідношень через вже відомі величини і співвідношення між ними в існуючій забудові.

У математиці арифметична пропорція – рівність двох різниць чотирьох величин:  $m_6 - n_6 = \textcircled{n}_6 - m_5$ , в архітектурі вона тісно пов'язана з іншими архітектурними пропорціями.

*Пропорції архітектурні* – співвідношення частин або елементів архітектурної форми. Зведені у визначену пропорційну систему, ці відношення стають засобом архітектурної композиції (Мардер А.П.).

Арифметичні пропорції можуть застосовуватись на стадії первинного дослідження пропорційних закономірностей існуючої пропорційної системи та на стадії дослідження закономірностей архітектурної композиції з метою органічного (гармонійного) включення до неї нового елемента або цілого комплексу.

Необхідно відзначити, що в першому випадку первинного дослідження розрахунок арифметичних пропорцій здійснюється з метою теоретичного (наукового) дослідження або обстеження пам'ятки архітектури, історичної забудови тощо. В даному випадку мета зодчого – встановити загальні закономірності існуючої пропорційної системи з наукової точки зору. В другому випадку архітектор-практик виконує обстеження і дослідження існуючого середовища з конкретною прикладною метою – органічно «вписати» в існуючу забудову новий елемент архітектурної композиції. В обох випадках проектувальник має дослідити і встановити основні закономірності існуючої пропорційної системи і органічно перенести їх на новобудову.

*Пропорційна система (ПС)* – сукупність правил взаємопов'язаності розмірів частин і елементів архітектурної форми між собою і з формою у цілому. Серед найбільш відомих пропорційних систем – ордерна система, «золотий переріз», модуль Ле Корбюзьє тощо.

За побудовою пропорційні системи можна поділити на раціональні та ірраціональні.

*Раціональні* – засновані на простих кратних цілочислових відношеннях розмірів. В основі таких систем лежить вихідна величина (т.з. модуль), виражена у фізичних розмірах будь-якого елемента (стопа людини, радіус колони тощо) або в абсолютних розмірах (наприклад 100 мм). Раціональні ПС можуть бути пов'язані з абсолютною величиною будинку (споруди), а можуть бути і не пов'язані з нею, визначаючи тільки відношення величини елементів до вихідної величини.

*Ірраціональні* – засновані на геометричних відношеннях, які не зводяться до цілочислових (відношення діагоналі квадрата до його сторони). Ірраціональні ПС, як правило, не пов'язані з абсолютною величиною, формою (Мардер А.П.).

У даній системі арифметичні пропорції мають такі закономірності, які характерні для співвідношень всередині такої окремої довільної системи величин:

$$-n_1 + n_2 - n_3 + n_4 - n_5 + n_6 = c_6.$$

Арифметичні пропорції невідомої величини виражаються наступним співвідношенням:

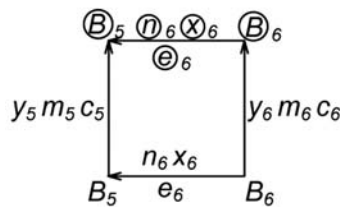
$$\frac{m_6}{n_6} = \frac{x_6(y_6+1)}{y_6(x_6+1)} = \frac{\textcircled{x}_6(y_5+1)}{y_5(\textcircled{x}_6+1)};$$

$$\frac{c_6}{e_6} = \frac{x_6(y_6-1)}{y_6(x_6-1)} = \frac{\textcircled{x}_6(y_5-1)}{y_5(\textcircled{x}_6-1)}.$$

Невідомі пропорції можна виразити через відомі геометричні співвідношення. При формульному вираженні дане співвідношення можна показати:

$$\frac{m_6^2 - c_6^2}{y_6 + x_6} = \frac{4(\textcircled{B}_6)B_5}{\frac{y_5}{\textcircled{x}_6} + 1};$$

$$\frac{n_6^2 - e_6^2}{y_6 - x_6} = \frac{4(\textcircled{B}_6)B_5}{1 - \frac{\textcircled{x}_6}{y_5}}.$$



Це були пропорційні співвідношення в структурі одного векторного (квадратного) модуля, що окреслює закономірності між найближчими величинами до новобудови.

Подібні співвідношення можна висловити формулою, яка близька до попередньої, але відштовхується від інших показників. Ці формули характеризують новий об'єкт на основі даних співвідношень між величинами в попередніх модулях. Наприклад:

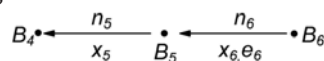
$$\frac{m_6^2 - c_6^2}{y_6} = \frac{n_1^2 - e_1^2}{x_1} = 4(\textcircled{B}_6)^2 \text{ або}$$

$$\frac{n_6^2 - e_6^2}{x_6} = x_5(n_5^2 - e_5^2) = 4B_5^2.$$

Тобто, наші розрахунки відштовхуються не від попередніх співвідношень, а від тих, що їм передують. Поступово, ланцюговим методом, розраховуючи показники один за одним, ми можемо вийти на розрахунок загального модуля, який включає в себе 6 сегментів. Наприклад:

$$1) \frac{n_6^2 - e_6^2}{x_6} = x_5(n_5^2 - e_5^2);$$

$$2) \frac{n_5^2 - e_5^2}{x_5} = x_4(n_4^2 - e_4^2);$$



$$3) \frac{n_4^2 - e_4^2}{x_4} = x_3(n_3^2 - e_3^2);$$

$$4) \frac{n_3^2 - e_3^2}{x_3} = x_2(n_2^2 - e_2^2);$$

$$5) \frac{n_6^2 - e_6^2}{x_2} = x_1(n_1^2 - e_1^2);$$

$$6) \frac{n_1^2 - e_1^2}{x_1} = \textcircled{x}_6(\textcircled{n}_4^2 - \textcircled{e}_4^2).$$

Отримаємо сумарну формулу, перемноживши всі показники в ланцюгу:

$$\frac{(n_1^2 - e_1^2)(n_2^2 - e_2^2)(n_3^2 - e_3^2)(n_4^2 - e_4^2)(n_5^2 - e_5^2)(n_6^2 - e_6^2)}{\textcircled{x}_6 x_1^2 x_2^2 x_3^2 x_4^2 x_5^2 x_6} =$$

$$= (\textcircled{n}_6^2 - \textcircled{e}_6^2).$$

У результаті, виходячи зі співвідношення  $x_1 x_2 x_3 x_4 x_5 x_6 = y_6$ , отримаємо кінцеву формулу

$$\frac{n_6^2 - e_6^2}{y_6} = y_5(\textcircled{n}_6^2 - \textcircled{e}_6^2).$$

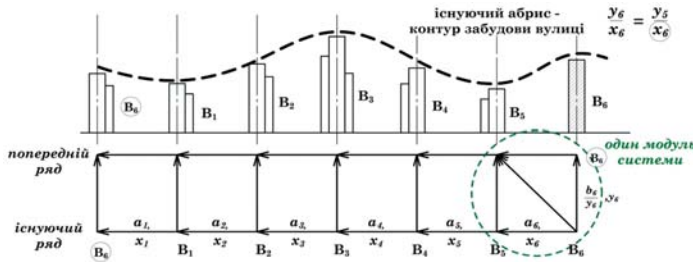
Таким чином, ми знову повернулись до відомого співвідношення попереднього сегмента, але вже вираженого в іншій конфігурації. Спостерігаючи такі пропорційні закономірності в будь-якій довільній системі, можна дійти висновку, що природа пропорцій антропогенного середовища вирізняється сталістю, послідовністю і повторюваністю, що є досить близьким до природи неантропогенного середовища.

Прослідковується наявність деяких пропорційних закономірностей, завдяки яким у подальшому можливо досліджувати і аналізувати матеріальне середовище, що нас оточує.

Арифметична пропорція одна з найпростіших, але найяскравіших прикладів закономірностей при ланцюговому поступовому розрахунку ряду невідомих елементів, величини яких можна розрахувати через допустимі співвідношення між ними. Формули, що характеризують арифметичні пропорції, включають і відношення, виражені геометричними пропорціями.

*Геометричні пропорції* – найбільш розповсюджені в архітектурній композиції і можуть використовуватись у дослідженні не тільки живої природи, але й характеристик існуючого антропогенного середовища. Геометрична пропорція – це певне співвідношення частин між собою, рівність двох відношень чотирьох величин:

$$\frac{y_6}{x_6} = \frac{y_5}{(x)_6}$$



Пропорційні системи на основі геометричних пропорцій (тобто співвідношень) відомі ще з давніх часів і є яскравою ілюстрацією раціональних і ірраціональних пропорцій в архітектурній композиції.

Основний графік такої функції – це пряма, яка обов'язково проходить через початок системи координат (через «0»):

На геометричних відношеннях засновані ірраціональні пропорційні системи. Серед прикладів таких геометричних пропорцій можуть бути і співвідношення ордерних систем і закономірності «золотого перерізу».

Але застосування геометричної пропорції може мати місце і в сучасному урбанізованому середовищі для розрахунку деяких шуканих величин (висота, площа, об'єм) новобудови.

$$\frac{a_6}{b_6} = \frac{y_6}{x_6} = \frac{b_5}{(a)_6} = \frac{y_5}{(x)_6}, \text{ де } a - \text{добуток; } x - \text{ділення.}$$

Виконавши перемноження всіх співвідношень 6-ти сегментів, отримаємо таку формулу:

$$\frac{a_1 a_2 a_3 a_4 a_5 a_6}{b_1 b_2 b_3 b_4 b_5 b_6} = \frac{y_1 y_2 y_3 y_4 y_5 y_6}{x_1 x_2 x_3 x_4 x_5 x_6}$$

Оскільки  $x_1 x_2 x_3 x_4 x_5 x_6 = y_6$ , то формула може мати такий вигляд для існуючого ряду:

$$\frac{a_1 a_2 a_3 a_4 a_5 a_6}{b_1 b_2 b_3 b_4 b_5 b_6} = y_1 y_2 y_3 y_4 y_5$$

Для розрахунку шуканих співвідношень на основі даних величин попереднього ряду (вулиці) формула матиме такий вид:

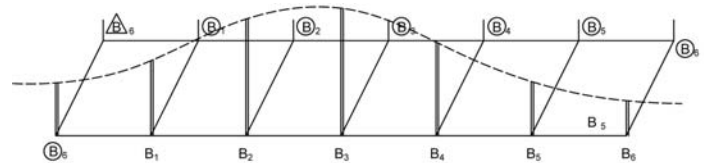
$$\frac{a_1 a_2 a_3 a_4 a_5 a_6 b_6}{(a)_1 (a)_2 (a)_3 (a)_4 (a)_5 (a)_6 (b)_6} = \frac{y_6^2 y_1^2 y_2^2 y_3^2 y_4^2 y_5^2 y_6^2}{z_1 z_2 z_3 z_4 z_5 z_6} = 1$$

де  $z_6 : (a)_6 b_5 = a_6 b_6 y_6$ .

Виразити ланцюгове співвідношення між елементами архітектурної композиції для розрахунку співвідношень у шуканому елементі можна застосувавши формулу

$$(x)_2^1 (x)_3^2 (x)_4^3 (x)_5^4 (x)_6^5 = \frac{y_1 y_2 y_3 y_4 y_5 y_6}{x_1^6 x_2^5 x_3^4 x_4^3 x_5^2 x_6^1}$$

Схема таких співвідношень виражається таким чином:



Щоб розрахувати співвідношення невідомої величини, необхідно звести формулу до даної форми. Як і в арифметичній, у геометричній пропорції всі закономірності характеризуються сталістю, послідовністю і повторюваністю:

$$\begin{aligned} x_1 x_2 x_3 x_4 x_5 x_6 &= y_6 \\ (x)_6 x_1 x_2 x_3 x_4 x_5 &= y_5 \\ (x)_5 (x)_6 x_1 x_2 x_3 x_4 &= y_4 \\ (x)_4 (x)_5 (x)_6 x_1 x_2 x_3 &= y_3 \\ (x)_3 (x)_4 (x)_5 (x)_6 x_1 x_2 &= y_2 \\ (x)_2 (x)_3 (x)_4 (x)_5 (x)_6 x_1 &= y_1 \end{aligned}$$

$$(x)_2^1 (x)_3^2 (x)_4^3 (x)_5^4 (x)_6^5 x_1^6 x_2^5 x_3^4 x_4^3 x_5^2 x_6^1 = y_1 y_2 y_3 y_4 y_5 y_6$$

Послідовна ланцюгова залежність між суміжним елементами системи може бути виражена формулою

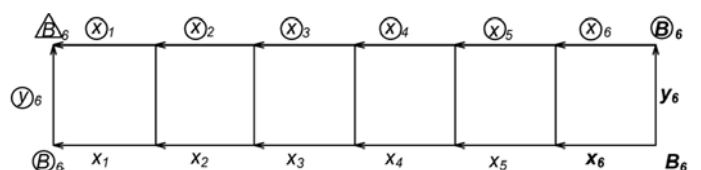
$$\frac{y_6}{x_6} = \frac{y_5}{(x)_6} \text{ (один сегмент, модуль системи);}$$

$$\frac{y_1 y_2 y_3 y_4 y_5 y_6}{x_1 x_2 x_3 x_4 x_5 x_6} = \frac{(y)_6 y_1 y_2 y_3 y_4 y_5}{(x)_1 (x)_2 (x)_3 (x)_4 (x)_5 (x)_6}$$

(система з декількох модулів).

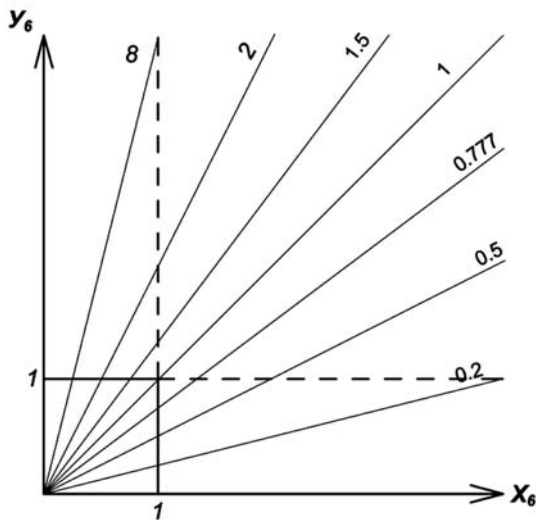
У результаті можна отримати загальну залежність існуючого і попереднього рядів розраховуваних співвідношень.

$$\frac{y_6}{x_1 x_2 x_3 x_4 x_5 x_6} = \frac{(y)_6}{(x)_1 (x)_2 (x)_3 (x)_4 (x)_5 (x)_6}$$

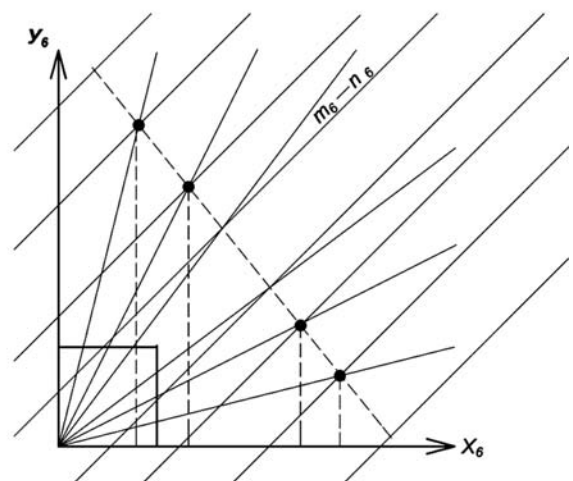
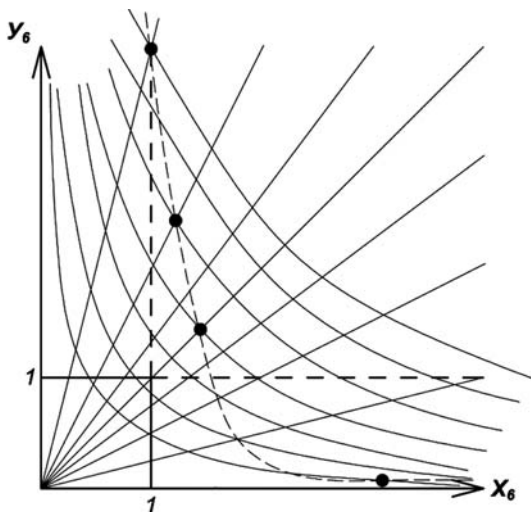
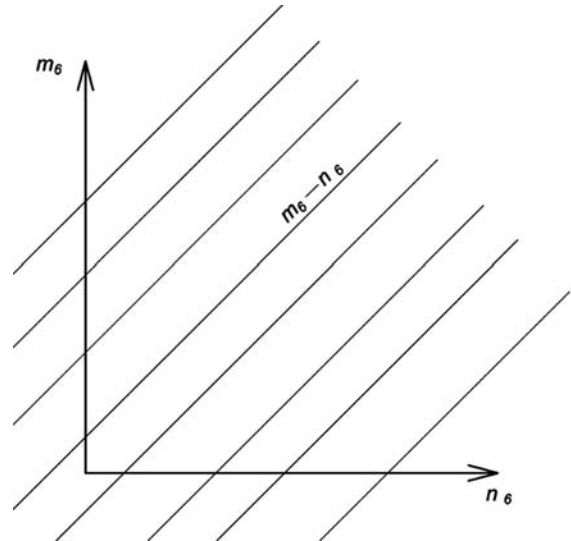




Всі геометричні пропорції між відповідними величинами можна передати графіком лінійних функцій, які можуть дати в результаті на графіках точки, що обмежують величину майбутнього будинку з його рекомендованими нюансними параметрами.



Тому, на основі двох відомих пропорцій – арифметичної і геометричної – математичним або графічним способом можемо знайти точки їх перетину, які є умовними габаритами, що обмежують своїми параметрами новий об'єкт.



Ідеальним варіантом розрахунку шуканих параметрів майбутнього об'єкта могло б бути вичленування їх на графіку лінійної функції співвідношень  $\left(\frac{y_6}{x_6}\right)$  та на графіку параболічної функції добутку ( $y_6 \cdot x_6$ ), що в результаті їх перетину давали б точки, а отже і необхідні габарити.

Але ми не володіємо інформацією про величину добутку невідомих  $y_6$  і  $x_6$ : ( $y_6 \cdot x_6$ ).

Візуалізація такого графіка на прикладах архітектурних об'єктів може мати приблизний вигляд в об'ємно-просторовій композиції.

Архітектурна композиція такого «набору» об'єктів має свої характерні особливості, які зумовлюють гармонійний пропорційний взаємозв'язок елементів композиції між собою.

*(Закінчення статті у наступних номерах).*

Надійшла 23.05.2016 р. 