

УДК 515.2 + 514.18

КОМПЛЕКСНИЙ АКСОНОМЕТРО-ОРТОГОНАЛЬНИЙ КРЕСЛЕНИК

Бугайов В. І., к.т.н.,

Київський державний інститут декоративно-прикладного
мистецтва і дизайну імені М. Бойчука (Україна)

У статті розглянута вперше створена система Комплексного аксонометро-ортогонального кресленика (КАОК) для зображень проектованої форми з простими прямими проекційними зв'язками між будь-якою обраною (з множини ∞^2) прямокутною аксонометричною проекцією загального виду і двома відповідними їй ортогональними проекціями, заданими в декартовій системі координат. Достовірність діаграм КАОК розглянута для різних способів перетворення проекцій. Найекономічнішим способом перетворення обрано допоміжне проєціювання на бісекторні площини проекцій по відношенню до картинної площини і до кожної перетнувшоюся з нею координатною площиною декартової системи. Отримання композиційно якісного аксонометричного зображення для конкретної форми здійснюється за спеціально розробленими алгоритмами побудов діаграм системи. Одні діаграми задані для отримання очікуваної аксонометрії за відповідним обранням зображень напрямів її аксонометричних осей, а інші – для отримання такої аксонометрії за зображенням у декартовій системі напряму для її побудови. Звертається увага й на необхідність подальшого наукового перегляду потрібного в дизайні змісту естетики просторової композиційної супідрядності проектованих форм. За критичним аналізом композицій проектованих форм в аксонометрії системи КАОК запропонована і технологія якісного ескізного дизайнмодельювання цих форм з розглядом на прикладі.

Ключові слова: ортогональні проекції, прямокутна аксонометрія загального виду, діаграма, прямі проекційні зв'язки, алгоритми, допоміжні бісекторні площини проекцій, обґрунтування, композиція, ескізне модельювання, графічні операції, проектована форма.

Постановка проблеми. Технології якісного ескізного модельювання в системі прямокутних проекцій проектованих форм з отриманням виразного естетичного образу аксонометричних проекцій загального виду замість надто коштовного макетного модельювання в дизайн-проектванні ще не було розроблено. За аналізом останніх

досліджень і публікацій якісне ескізне моделювання може бути уможливленим для розробки доступного і корисного його використання.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Геніальне відкриття допоміжного прямокутного проєціювання на спеціально обрану площину проєкцій з наступним перепроєціюванням зображення на фронтальну площину проєкцій як на головну – діаграма С.М. Колотова [1] стала відома з 1933 року. Вона дала можливість вперше розв'язувати усі геометричні - як метричні, так і позиційні задачі і отримувати прямокутні аксонометрії загального виду за ортогональними проєкціями без використання громіздких прийомів усіх інших існуючих способів перетворення проєкцій (Рис. 1, I). З того часу вона сприяла подальшому розвитку теорії зображень, корисних для інженерного проектування і без прив'язки до системи координат.

Але така наукова спадщина, що дає можливість побудови множини ∞^2 прямокутних аксонометрій загального вигляду не відображена і в державних стандартах і досі не використовується в дизайні та інженерному проектуванні. Кожний з двох існуючих стандартних видів прямокутних аксонометрій – ізометрія і диметрія [2] існує тільки для одного напрямку аксонометричного проєціювання. Прямокутну триметрію для одного напрямку проєціювання вдалось отримати тільки М.Л. Русскевичу [3 і 5]. Але побудова зображень такої триметрії визначалась координатним репером $e_x:e_y:e_z = 0,9:0,7:1$ з кутами $95^\circ 11'$ і $107^\circ 49'$ між осями Ox і Oz та Oy і Oz , тобто, лише з приведеними показниками спотворення, які не дають можливості брати їх напрям з ортогональних проєкцій Декартової системи координат. З такими аксонометріями не завжди можна отримувати композиційно потрібні ракурси зображень гранованих форм і бажані композиційно раціональні спотворення аксонометричних осей. У випадках, коли зображення виступаючих частин проєктованого виробу накладає собою інші важливі частини зображеного, аксонометрія стає зовсім непридатною для використання в дизайні.

Що стосується причин невикористання унікальних можливостей діаграми С.М. Колотова, як системи проєкцій однієї опорної точки, від початку її створення, коли наукового дизайну ще не було, можна хоч приблизно виділити такі обставини: 1 – може існувати інтуїтивна помилка вважати зрозумілим принципову неможливість одним перетворенням ортогональних проєкцій діаграми отримати прямокутну аксонометрію ще не знаючи при цьому, що в діаграмі це вже здійснено неочевидною заміною ортогональних проєкцій бісекторними косокутними проєкціями з врахуванням двох перетворень проєкцій; 2 – без просторової уяви, яку можливо здобути

тільки за допомогою виконання відповідного об'єму графічних завдань нарисної геометрії з достатньою кількістю навчальних годин, зрозуміти сутність дії алгоритму діаграми не вдасться навіть скориставшись додатковими графічними роз'ясненнями. В деяких вищих навчальних закладах нарисну геометрію, яка найкраще розвиває просторову уяву, потрібну для навчання будь-якої іншої дисципліни, тепер зовсім не вивчають, як не вивчають її і в школах. Це відгукнеться загубленою професіональною гідністю випускника спеціаліста будь-якої спеціальності.

У діаграмі С.М. Колотова між аксонометричним зображенням і фронтальною ортогональною проекцією встановлено найекономічніший з точки зору кількості графічних операцій одноланковий прямий проекційний зв'язок. Його у 1998 році використано без повної діаграми як одноланковий проекційний зв'язок між прямокутною аксонометрією і будь-якою іншою ортогональною проекцією [4] тільки за властивістю проєціювання у натуральну величину прямого кута між зображеннями в аксонометрії осі Oy і картинним слідом $I III$ координатної площини $O I III$ (Рис. 1, VII). Це вже стало ідеєю на шляху до створення найекономічнішого комплексного аксонометра – ортогонального кресленика. Адже якщо встановлюється одноланковий прямий проекційний зв'язок аксонометричного зображення з однією з ортогональних проекцій, то таким же чином встановлюється він і з другою ортогональною проекцією. При цьому між ортогональними проекціями буде припустимим і дволанковий проекційний зв'язок (Рис.1, VI) з бісекторною прямою $k_{1,2}$ проекційної відповідності відносно обох ланок проекційного зв'язку.

Формулювання цілей статті.

1. Надати можливість проектувальникам інженерних і мистецьких спеціальностей ознайомитись, зрозуміти і засвоїти сутність алгоритму створення комплексного аксонометра – ортогонального кресленика для подальшого отримання вмінь і навичок з надійного користування ним у дизайн-проектванні.

2. Ознайомити проектувальників з графічною частиною технології ескізного моделювання грамотних композицій проєктованих форм за допомогою комплексного аксонометра-ортогонального кресленика.

Основна частина. За аналізами алгоритмів діаграми С.М. Колотова [1] (рис. 1, I) та окремого непередбачено надійного використання частини властивостей її проекцій при відповідному перезаданні і з певними проекційними зв'язками [3] (рис. 1, VII) стала очевидною і можливість здійснити якісний і корисний для практичного використання комплексний аксонометр –

ортогональний кресленик (рис. 1, VI). Перезадання проєкційних зв'язків дає нам наступні бажані можливості його здійснити.

По перше – має бути не похиле розташування на кресленику прямокутної аксонометрії (рис. 1, I), а вертикальне (рис.1, II, VI, VII). Воно зручніше для здійснення на аксонометричному зображенні ескізного моделювання за звичною відпрацьованою технологією моделювання за опорними точками рисунку.

По друге – мають бути налагоджені прямі одноланкові проєкційні зв'язки аксонометричного зображення із зображеннями ортогональних проєкцій. Вони дадуть можливість відповідно змодельованим за допомогою серії аксонометричних зображень композицій проєктованих форм з меншою кількістю графічних операцій перенести кращий результат моделювання і на зображення ортогональних проєкцій.

Як на діаграмі С.М. Колотова (рис.1, I), так і на діаграмі КАОК (рис.1, II, III, IV), результат перетину кожної заданої площини ортогональних проєкцій із заданою площиною аксонометричних проєкцій зображується прямою лінією рівня у натуральну величину. Для ортогональної проєкції він є зображенням картинного сліду площини аксонометричної проєкції і навпаки – для зображення площини аксонометричної проєкції є зображенням картинного сліду площини ортогональної проєкції. Тоді по відношенню до такого «подвійного» зображення картинного сліду будь-яка перпендикулярна до нього площина за перетином з обома створившими цей слід площинами проєкцій на кожній з них разом із своїм виродженням у пряму лінію зображенням площини дає і співпале з ним зображення відповідної лінії найбільшого скату для обох площин прямокутних проєкцій. Для площини ортогональної проєкції така лінія буде зображенням лінії найбільшого скату площини аксонометричної проєкції. Для площини аксонометричної проєкції це буде зображенням перпендикулярної до «подвійного» зображення картинного сліду аксонометричної осі. Отримана лінія і служить як зображення для співпалої з нею лінією проєкційного зв'язку між обома проєкціями – між аксонометричною і ортогональною проєкціями.

Як наслідок «подвійні» зображення пар таких картинних слідів трьох площин ортогональних проєкцій (фронтальної, горизонтальної і профільної) разом з площиною аксонометричних проєкцій дають можливість задати і три «подвійні» зображення точкових картинних слідів, що є відображенням результату перетину Декартових осей з їх аксонометричними зображеннями (аксонометричними осями). Вони попарно задають для діаграми КАОК «подвійні» зображення точкових картинних слідів $I II$ і $I III$ для аксонометрії та $I_1 II_1$ і $I_2 III_2$ для

ортогональних проєкцій (рис. 1, III). Перелічених властивостей суміщених між собою проєкцій вже достатньо для отримання потрібної найпростішої діаграми КАОК.

1. Розробка алгоритмів побудов діаграм КАОК

1.1. Розробка алгоритму побудови діаграм КАОК за обраними зображеннями аксонометричних осей.

1.1.1. Діаграми з винесенням схем проєкційних зв'язків.

1.1.1.1. Аксонометричне зображення координатної осі Oz задаємо на кресленику вертикальним разом із зображенням на ньому позначки O початку аксонометричних координат (рис. 1, III).

1.1.1.2. Через точку O за очікуваними передбачуваними естетичними ракурсами для зображуваних площин проєктованої форми обираємо і напрями аксонометричних осей Ox і Oy . Вони по відношенню до зображення осі Oz мають бути під кутами в межах $90^\circ \div 180^\circ$.

1.1.1.3. Через довільно задану на аксонометричній осі Ox точку I під прямим кутом до аксонометричної осі Oz спочатку будуємо «подвійне» зображення $I II$ горизонтального картинного сліду, точка II якого має відображувати аксонометричне зображення результату перетину (як сліду $I II$, так і всієї картинної площини) з відповідною Декартовою віссю Oy , а потім аналогічно і «подвійне» зображення $I III$ фронтального картинного сліду під прямим кутом до аксонометричної осі Oy , точка II якого відображує аксонометричне зображення результату перетину (як сліду $I II$ так і картинної площини) з Декартовою віссю Ox . Точки I , II і III як «подвійно» зображені належать також і ортогональним проєкціям. Тому позначимо їх і за відповідною належністю на фронтальній проєкції - $I_2 III_2$ і на горизонтальній проєкції $I_1 II_1$.

1.1.1.4. У відповідності з аксонометрією точки O як зображення початку Декартових координат будуємо й ортогональні проєкції цієї точки. Фронтальна її проєкція O_2 знаходиться на перетині напівкола на діаметрі $I_2 III_2$ з лінією проєкційної відповідності, що співпадає із зображенням аксонометричної осі Oy . Горизонтальна проєкція O_1 знаходиться на перетині напівкола на діаметрі $I_1 II_1$ з лінією проєкційної відповідності, яка збігається із зображенням аксонометричної осі Oz над діаметром $I_1 II_1$.

1.1.1.5. Зображуємо осі Декартових координат в ортогональних проєкціях: на горизонтальній проєкції $O_1 x_1$ та $O_1 y_1$ і на фронтальній проєкції $O_2 x_2$ та $O_2 z_2$, які проходять через «подвійні» зображення $I I_1$ та $II II_1$ і $I I_2$, та $III III_2$.

1.1.1.6. Зображуємо пряму $k_{1,2}$ проєкційної відповідності як геометричну множину точок перетину ланок двохланкового проєкційного зв'язку між фронтальною і горизонтальною проєкціями.

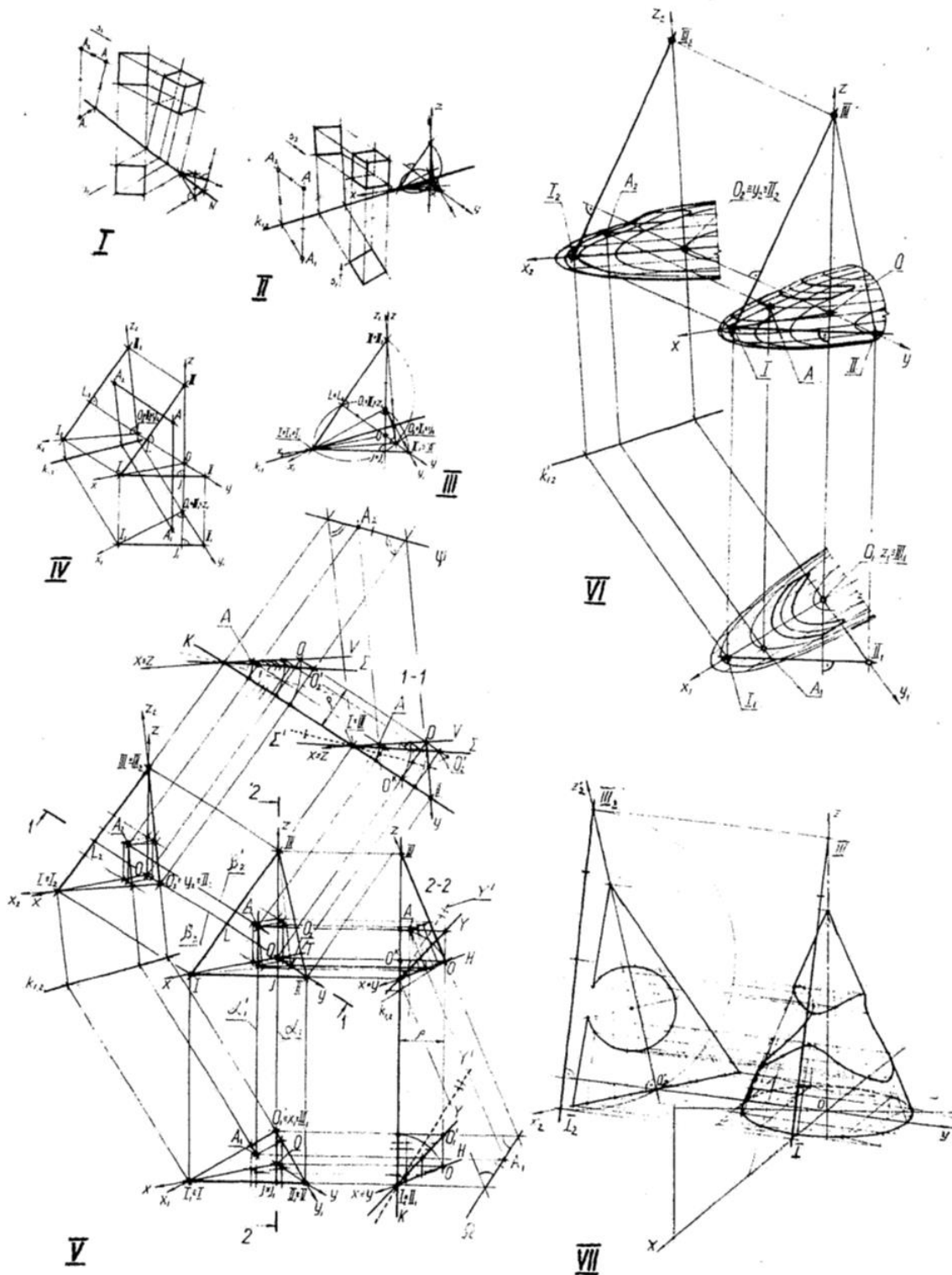


Рис. 1 Основи створення КАОК: I – Спадщина С.М. Колотова. II – Побудова прямокутної аксонометрії з проекційними зв'язками найпростішої діаграми КАОК. III – Найпростіша діаграма КАОК. IV – Вдосконалення найпростішої діаграми КАОК. V – Обґрунтування принципу дії діаграми КАОК. VI – Приклад унікальної практичності КАОК. VII – Ідея, за якою створювався КАОК.

1.1.1.7. Зображення такої прямої повинно пройти через два уже визначені «подвійні» зображення точок. Одне «подвійне» зображення є точка $I_1 \equiv I_2$, а друга точка визначається на перетині фронтальної ланки $O_2 z_2$ з горизонтальною ланкою $O_1 u_1$. Пряма $k_{1,2}$ проекційної відповідності має бути бісекторною прямою по відношенню до ланок проекційного зв'язку $O_1 x_1$ та $O_2 x_2$.

1.1.1.8. При композиційному центрі аксонометричних зображень проектованої форми, наближеному до точки O (початку аксонометричних координат), побудувати всі три прямокутні проекції КАОК для належного їх використання не вдасться через взаємну накладку їх зображень одне на друге. Мабуть це є головною причиною, чому досі нікому не вдалось побудувати працездатний КАОК.

Але паралельним переносом чотирьох ланок ліній проекційних зв'язків такої діаграми, наприклад, таких, що з'єднують відповідні зображення A_1 A_2 і A будь-якої опорної точки проектованого виробу, і паралельним переносом лінії $k_{1,2}$ проекційної відповідності у нове положення можливо задавати іншу схему розташування зображень без накладок і у відповідності з розглянутою діаграмою (Рис.1, II). Паралельний перенос ліній можна виконати за відповідними їх позначками, наприклад, за певною кількістю коротких штрихів для кожної перенесеної ланки. За показаною на рисунку схемою перенесених ланок ліній проекційних зв'язків і показана побудова за ортогональними проекціями триметрії куба.

1.1.2. Діаграми з винесенням ортогональних проекцій.

1.1.2.1. Задання аксонометричного зображення координатної осі Oz відповідає 1.1.1.1 (рис. 1, IV).

1.1.2.2. Напрями аксонометричних осей Ox і Oy відповідають 1.1.1.2.

1.1.2.3. Обрання точки I на аксонометричній осі Ox і побудова аксонометричних зображень горизонтального $I II$ і фронтального картинних слідів відповідають 1.1.1.3. Але ортогональні їх проекції необхідно винести за поле аксонометричного зображення картинної площини у напрямках проекційних зв'язків, що збігаються із зображеннями відповідних аксонометричних осей: у напрямі Oz – для отримання горизонтальних проекцій $I_1 II_1$ та у напрямі Oy – для отримання фронтальних проекцій $I_2 II_2$. Це дасть можливість усі прямокутні проекції зображувати прямо на діаграмі КАОК без накладок одна на другу.

1.1.2.4. Побудова ортогональних проекцій O_2 і O_1 початку Декартових координат за її аксонометричною проекцією відповідає 1.1.1.3, але з врахуванням винесення ортогональних проекцій діаграми за поле аксонометричного зображення картинної площини.

1.1.2.5. Зображуємо осі Декартових координат на горизонтальній проекції $O_1 x_1$ та $O_1 y_1$ і на фронтальній проекції $O_2 x_2$ та $O_2 z_2$, які проходять через винесені зображення I_1 та II_1 і I_2 та III_2 .

1.1.2.6. Зображуємо пряму $k_{1,2}$ проекційної відповідності ортогональних проекцій, яка визначена точками перетину проекцій ланок двох проекційних зв'язків – одного, що на фронтальній проекції збігається із зображенням осі $O_2 z_2$, а на горизонтальній проекції із зображенням осі $O_1 y_1$, та другого, паралельного першому, обидві відповідні паралельні проекції якого проходять через зображення точки $(I_2 I_1)$ на осі $(O_2 x_2, O_1 x_1)$.

Створена за розглянутими побудовами схема розташування проекцій і проекційних зв'язків на діаграмі не дає накладок одного зображення на друге (рис. 1, VI).

1.2. Розробка алгоритму побудови діаграми КАОК за обраними ортогональними проекціями напряму, що визначає відповідне аксонометричне зображення.

1.2.1. На заданих ортогональних проекціях $O_2 x_2 \equiv O_1 x_1$, $O_2 y_2$, $O_1 y_1$, $O_2 z_2$, $O_1 z_1$ осей Декартової системи координат (рис. 2, I) обираємо проекції напряму, який визначає відповідну аксонометричну проекцію. Зображення такого напряму мають пройти через проекцію початку Декартових координат $O_2 \equiv O_1$. Їх у свою чергу визначають зображення співпалих з ними проекцій проєціюючих площин (відносно кожної ортогональної проекції прямокутно до відповідного картинного сліду): α_1 – горизонтально проєціюючої площини і β_2 – фронтально проєціюючої площини. На діаграмі КАОК вони задаватимуть і співпадаючі з їх ортогональними та аксонометричними проекціями ще й відповідні зображення ліній прямого проекційного зв'язку.

1.2.2. Через зображення $I_{1,2}$ ($I_2 \equiv I_1$) довільно обраної точки I на ортогональних проекціях осі $O_2 x_2 \equiv O_1 x_1$ (рис. 2, I) як через зображення картинного сліду осі Ox на обох проекціях показуємо і зображення картинних слідів $I_2 II_2$, $I_1 II_1$ і $I_2 III_2$, $I_1 III_2$ горизонтальної та фронтальної координатних площин $x \in O \ni y$ і $x \in O \ni z$. Не забуваємо при цьому про необхідність зображення $I_1 II_1$ під прямим кутом до зображення α_1 , а зображення $I_2 III_2$ під прямим кутом до зображення β_2 тому, що $I_1 II_1$ і $I_2 III_2$ є зображеннями у натуральну величину.

1.2.3. Звертаємо увагу на перетин горизонтально проєціюючої площини α з картинною площиною $I II III$ аксонометричних проекцій по лінії OJ найбільшого скату картинної площини, зображеній в ортогональних проекціях. Це дає можливість побудувати натуральну величину картинної площини $I II III$ аксонометричних проекцій разом із зображенням аксонометричних осей, побудувавши спочатку

натуральну величину утвореного прямокутного трикутника $I III J$. Це можливо, бо його гіпотенуза $I III$ зображена у натуральну величину $I_2 III_2$, як фронтальна проекція, а його катет $I J$ – у натуральну величину $I_1 J_1$ як горизонтальна проекція.

1.2.4. Будуємо натуральну величину прямокутного трикутника $I III J$ з вертикальним розташуванням катета $III J$ та горизонтальним розташуванням катета $I J$ (рис. 2, II), взявши натуральну величину $I III$ його гіпотенузи з фронтальної проекції $I_2 III_2$, а натуральну величину $I J$ його катета з горизонтальної проекції $I_1 J_1$ (рис. 2, I).

1.2.5. Зображуємо натуральну величину картинної площини аксонометричних проекцій $I II III$ повністю, взявши натуральну величину її горизонтальної сторони $I II$ з горизонтальної проекції $I_1 II_1$. (рис. 2, I).

1.2.6. Переносимо отримані зображення фронтальної проекції $I_2 II_2 III_2$ і горизонтальної проекції $I_1 II_1 III_1$ картинної площини (Рис. 2, I) у положення прямого проекційного зв'язку їх з побудованою аксонометричною проекцією картинної площини $I II III$ так, щоб вони були окремо винесеними за межі зображення аксонометричної проекції із забезпеченням між ними двохланкового проекційного зв'язку з прямою $k_{1,2}$ відповідності (рис. 2, II), як і на (рис. 1, IV).

2. Обґрунтування достовірності побудов діаграм КАОК.

Достовірність дії діаграми КАОК, наприклад на (рис. 1, IV), стає зрозумілою за розглядом і аналізом доповнень її пояснюючими розрізами $1-1$ та $2-2$ (рис. 1, V). Завдяки цим розрізам складові діаграми відображені як прямокутне проєціювання на картинну площину K прямокутно-аксонометричного тетраедра $O I II III$ з точкою A при зображеннях площин проекцій діаграми у проєціюючому положенні (на розрізі $1-1$ – площин $I II III$ та $O I III$, на розрізі $2-2$ площин $I II III$ та $O I II$). Розрізи дають можливість створити з їх допомогою варіанти навіть непередбачених перетворень проекцій, які за проекційними зв'язками на самій діаграмі не сприймаються очевидними та обґрунтованими.

Так, наприклад, на розрізі $1-1$ показано які траєкторії переміщень площини $V (O I III)$ у тривимірному просторі необхідно виконати, щоб вона за проекційним зв'язком на фронтальній проекції діаграми була зображена у натуральну величину. При цьому назвою кожної траєкторії переміщень можна буде назвати і спосіб перетворення проекцій.

На розрізі показані можливості послідовного перетворення проекцій. Для однієї з можливостей це спосіб обертання площини $O I III$ тетраедра $O I II III$ навколо осі (картинного її сліду) $I III$ до суміщення з картиною K разом з наступним другим способом плоскопаралельного по відношенню до картини переміщення, такого, щоб

відповідним існуючим між розрізом і діаграмою проекційним зв'язком забезпечити на фронтальній проекції діаграми вид у натуральну величину. Показано також, що спочатку можна виконувати плоско-паралельне переміщення, а потім наступне обертання, щоб прийти до того ж самого результату. Можна виконати й адекватну заміну розглянутому обертанню. Наприклад, показано і продольне плоско-паралельне переміщення одразу на відповідну такий заміні допоміжну площину Σ (з проекцією не у натуральну величину), яка потім на потрібному місці дає той же результат у натуральну величину. Інша аналогічна адекватна заміна показана і на прикладі продольного плоско-натурального переміщення на допоміжну площину Σ' , яка є бісекторною між площинами V та K , але з її допомогою отримується той же потрібний результат у натуральну величину.

Найекономічнішим на розрізі $1-1$ з точки зору меншої кількості перетворень проекцій є використання допоміжної площини Ψ проекцій, паралельної до бісекторної площини Σ' з тим же напрямом Oy допоміжного проєціювання, необхідного для отримання на ній такої допоміжної проекції, яка за допомогою прямокутного проєціювання на картину K і дає на діаграмі (рис.1, IV) фронтальну проекцію.

В усіх розглянутих способах допоміжного проєціювання довільно обраної точки A за допомогою обраних для перетворення проекцій напрямів проєціювання, які призводили до одного правильного результату, є суттєва спільна властивість – зображення усієї можливої кількості графічних перетворень проекцій за аналізом обов'язково належить співпалим зображенням.

На одній проведеній через точку A площині β' (рис. 1, V), із проєціюючими по відношенню до картинної площини K її зображеннями, які прямокутно розташовані по відношенню до паралельних проекцій картинного сліду $I III$ (на фронтальній проекції $I_1 III_1$ і на аксонометричній проекції $I_2 III_2$). Саме через множину співпалих зображень сприйняття правильності побудов без розрізу $1-1$ сприймалось не обґрунтованим.

Аналогічний аналіз правильності графічних побудов для площини α' у системі (аксонометрична і горизонтальна проекції діаграми) за допомогою розрізу 2-2 також показано графічно (рис. 1, V).

Приклади з площинами Σ' і Y' пояснюють можливість переходу від діаграми на (рис.1, III) до діаграми на (рис. IV).

Дві системи пар проекцій діаграми (1 – «аксонометрична і фронтальна» і 2 – «аксонометрична і горизонтальна») як раз і дають можливість за заданими фронтальною і горизонтальною проекціями

A_2 і A_1 довільно обраної точки через зображення проведених через них площин β' та α' , що зображують ще й лінії їх проекційних зв'язків на парах проекцій, які перетинаються на аксонометричному зображенні $O I II III$ і дають нам можливість побудувати на перетині аксонометрію заданої точки A без допомоги розрізів 1-1 і 2-2.

Тепер можна пояснити і просторову ситуацію результату допоміжного проєціювання на бісекторній площині Ψ та Ω . У тривимірному просторі площини Ψ та Ω перетинаються між собою по прямій лінії, яка і проєцюється на картинну площину як така, що належить одночасно і фронтальній і горизонтальній проекціям діаграми, тобто на лінію $k_{1,2}$ переходу двохланкового проекційного зв'язку між фронтальною і горизонтальною проекціями будь-якої опорної точки проєктованого об'єкта дизайну. За одноланковим проекційним зв'язком за однією ортогональною проекцією об'єкта дизайну побудувати аксонометричну його проекцію як на (рис. 1, VII) можливо тільки при повній позиційній і метричній визначеності об'єкта на ортогональній проекції.

3. Ескізне моделювання композицій проєктованих об'ємних форм за допомогою КАОК.

3.1. Теоретична частина з основ композиції та естетики в ескізному моделюванні.

Композицію можна розглядати як систему семіотики засобів естетичного інформування. Саме естетика має морально оздоровлюючий вплив на людину. Термін «естетика» Баумгартен ввів у 1754 році для позначення стратегії почуттєвого пізнання в процесі сприйняття мистецтва, природи і людських взаємовідносин. Ідея Творення світу з нічого як вищого естетичного твору, здійсненого Богом за законами міри, порядку і краси, про що ми вже маємо нечисленні обгрунтовані свідчення досліджень найвидатніших вчених – астрономів, фізиків, хіміків, біохіміків, генетиків, неврологів, лінгвістів та інших... [5] підняло на нову висоту і розв'язання проблем людської творчості.

Тепер естетика - це філософське вчення про оволодіння формами прекрасного у творчості, природі, житті і мистецтві як особливими формами створення громадської свідомості, що впливають на самовиховання духовної взаємодії людей між собою і з оточенням. Вона має справи з почуттями таких категорій як прекрасне, підвищене, драматичне, комічне, поетичне, глибоке. Навіть гостро пережитий в мистецтві зміст трагічного чи драматичного закінчується бажаними переживаннями впевненої перемоги і над собою. Ці переживання, що закінчуються почуттям щастя викупного характеру, названі катарсисом. Насолодження естетикою мистецтв, у тому числі потужною естетикою грамотного дизайну дають нам

можливість відчутти себе людиною з потребами підвищених самовідданих, благодійних почуттів з розумінням етики і необхідності бути поблажливим і до поступків.

Композиція ж є цілісним естетичним угрупованням складових частин твору в мистецтві чи в природному середовищі, яка зумовлена його змістом, характером, призначенням. Гармонія такого угруповання забезпечена перш за все врівноваженістю контрастних і нюансних його елементів та груп між собою і цілим [6,7,8]. Вона забезпечена також станом узгодженості розмірностей між всіма елементами та оптимальною кількістю одного угруповання в іншому угрупованні (при існуванні великої кількості елементів твору). Для творів музичного мистецтва композиція як структура розташування відповідного численного естетично знакового матеріалу названа диспозицією.

Для естетизації ансамблів предметних і архітектурних середовищ, середовищ у будь – якому виді дизайну, у сценографії, декоративно – прикладному і ремісничому мистецтвах тепер можна знайти понад 200 категорій найменувань основ композиції та скористатись ними для моделювання композиції [6,7,8].

Врівноваження складових частин композиції має бути як за призначенням умовних вагових коефіцієнтів впливу на естетичне інформування ідейного змісту, так і за призначенням умовних вагових коефіцієнтів супідрядності форм за врівноваженням контрастів і нюансів. Центр врівноважування всіх вагових коефіцієнтів має бути головним центром всієї композиції. Таку неформальну технологію врівноваження естетичного змісту композиції необхідно ще грамотно доопрацювати за геометрією врівноважування.

Композиція забезпечується не технікою художнього конструювання, а естетикою будь якого інтелектуального грамотного її виконання. Наприклад, створення тонкостінних форм подвійної кривини з мінімальними згинаючими моментами, при навантаженні таких форм завжди дає найвищу естетичну насолоду від їх сприйняття через унікальну узгодженість раціональних складових тектонічних зв'язків у їх композиції, що інтуїтивно із задоволенням прочитується. Таким чином естетика в інженерному конструюванні створює композицію, яку неможливо створити художнім конструюванням, якщо художник не знає, яким чином запроектувати форму з мінімальними згинаючими моментами. Тому творчий акцент необхідно робити не на художньому, а на естетичному проектуванні, в якому може приймати участь не тільки художник.

Почуттєве пізнання при досконалості технічних форм саме естетики цих форм, не повинно називатись технічним. Адже естетика є наслідком тільки поетичного, асоціативного переживання,

створюваного такими формами. Тобто естетика не може бути технічною як інформується у назві «Технічна естетика», бо дія сприйняття естетики психологічна, а не технічна. Але навпаки – при назві «естетика технічного творення» сумніву не виникає. Тут ясно, що естетика повинна бути відповідною духовному очищенню суспільства за допомогою технічної досконалості. Мабуть треба подумати над більш вдалою назвою. Адже ідеї з назвою «Технічна естетика» зароджувались в середині ХІХ в. ще до зформованого тепер дизайну.

3.2. Обрання обгрунтованого напрямку створення естетичного виду проекрованої форми за змістом і технологія ескізного моделювання композиції такої форми на прикладі.

3.2.1. Естетична частина моделювання.

Технологію ескізного моделювання композицій проектованих форм розглянемо на прикладі ескізного моделювання такої композиції взаємного розташування заданих на ортогональних проекціях КАОК двох тетраедрів (рис. 2, V), щоб вона змогла передати сприйняття змісту змодельованого символу абстрактного мистецтва під назвою «Рівновага» як єдине ціле (рис. 2, VI). Цей символ був уже вдало відтворений одним із авторів вперше у вигляді скульптури в матеріалі, яку можна було побачити у природі в кінці червня 2017 року у виставковому павільйоні Київської Лаври на виставці абстрактного мистецтва. Глобальна узагальненість символу рівноваги є фундаментом існування всього сущого у будь-яких існуючих системах (космосу, фізичних і хімічних взаємодій, біологічних, соціальних, життєвих взаємовідносин і т.п. та обов'язково дизайну). Без рівноваги нічого б не існувало. Це і є оцінкою надзвичайного значення символу «Рівновага».

Для формування потрібних необхідних для отримання за змістом асоціацій при моделюванні ескісної композиції такого обраного символу необхідно забезпечувати такі властивості аксонометричного його зображення: 1) дбати про утворення приблизно однакових, а не рівних за формою і за розмірами площ обрисів аксонометричних зображень тетраедрів, та щоб при цьому не створювалась явна їх симетрія, 2) дбати, щоб поля композиційної супідрядності зображень тетраедрів в аксонометрії не були окремими одне від другого і щоб поле за супідрядністю для кожного одного накривало значну частину поля другого, 3) дбати, щоб дії зображень протилежних напрямів врівноваженості відображувались стрімкішою стріловидною формою відповідних аксонометричних зображень тих граней і ребер кожного тетраедра, які проведені через одну його вершину для одного тетраедра зверху, а для другого знизу, 4) дбати, щоб відстань між аксонометричними зображеннями тетраедрів, як і в

натурі, сприймалась мінімальною, але досить помітною, щоб створити відчуття врівноваженості на межі існування, 5) дбати, щоб аксонометричні зображення ребер і граней різних тетраедрів не сприймалися між собою паралельними, 6) дбати, щоб аксонометричне зображення ребра одного тетраедра, яке близько наближене до грані другого тетраедра при його невеликій непаралельності до такої грані, знаходилось ближче до повздовжньої бісектриси грані, ніж до її крайових контурів.

Перелічені властивості повинні формувати асоціацію почуття, що при незначному ледь помітному відхиленні від рівноваги дій протилежної направленості буде знищена і гармонія їх існування. Ідейний зміст передається асоціацією. Кожен твір абстрактного мистецтва має створюватись тільки після глибокого наукового аналізу естетичних можливостей побудови його відповідних складових частин. Інакше він не стане естетикою, поезією в своєму жанрі мистецтва.

3.2.2. Графічна частина моделювання.

Усвідомивши сутність теоретичної частини створення композиції проектованої форми можна приступити і до технології графічної частини – ескізного моделювання композиції зображень форми дизайну за допомогою КАОК. Графічна частина полягає у швидкій заміні форм композиційно невдалих ділянок контурних ліній зображень на композиційно грамотні ділянки таких ліній спочатку на аксонометричному зображенні, а потім і на зображеннях ортогональних проєкцій запроєктованого. А це можливо тільки після обґрунтованих висновків поглибленого аналізу відповідності композиції вмісту запроєктованого.

При цьому буде потрібно легко і швидко ліквідувати неестетичні частини контурів композиції та легко і швидко будувати замість них контури в гармонійному єдиному цілому для всієї композиції. Ліквідувати неестетичні частини м'якою гумкою через прорізи щілинного трафарету буде легко і швидко, якщо всі зображення КАОК виконуються за допомогою олівця з м'яким грифелем. Можливо ліквідувати і знову моделювати контури прийдеться не один раз. Ескізне моделювання композиції проектованої форми виконується тільки на її аксонометричних проєкціях. Ортогональні проєкції виправляються швидко і легко завдяки прямим проєкційним їх зв'язкам з аксонометричною проєкцією, але тільки після досягнення на ній грамотної композиції в процесі ескізного моделювання. Наводити зображення всіх ліній КАОК можна навіть рейсфедером тільки після закінченого моделювання. Товщини ліній виконуються як за стандартами, так і за використанням засобів графічного мистецтва, здатних передати

відчуття просторової глибини форм зображеного за допомогою змінної товщини контурів запроєктованої форми в залежності від віддаленості відповідних їм точок у просторі по відношенню до площини їх зображення.

Розглянемо технологію ескізного моделювання композиції заданих на КАОК зображень тетраедрів (рис. 2, V), щоб надати їм таку зміну заданих форм, яка б сприймалась як єдиний символічний знак «Ріновага» (рис. 2, VI).

За допомогою переміщення зображення вершини C одного із заданих тетраедрів у нове положення C' переміщуємо з нею і зображення бокових ребер і граней цього тетраедра відповідно обертанням їх навколо сторін трикутника його основи. Таким чином змінюємо зображення форми тетраедра, заданого з вершиною C . За допомогою переміщення зображень вершин A та B другого заданого тетраедра так, щоб зображення вершини A перемістилось у нове положення A' , а зображення вершини B у положення B' , аналогічно змінюємо з ними і положення відповідних зображень ребер і граней другого тетраедра та зображення самої форми другого тетраедра. Після переміщення зображень кожного ребра у нове непроеціюче положення необхідно спочатку знищити відповідні зображення до переміщення за допомогою гумки і тільки після цього навести зображення нових контурних ліній після переміщення як показано на Рис. 2, VI. Лінії проєкційного зв'язку між проєкціями ліквідованих точок AA_2 , CC_2 , BB_2 при закінченні графічних операцій моделювання також потрібно знищити разом з визначаючими їх зображеннями змінених вершин A, B, C і $A_2B_2C_2$.

Процес моделювання композиційної супідрядності частин проєктованого твору за попередньо заданою його функціональною формою, яку потрібно вдосконалити за ваговими коефіцієнтами й з розкриття його ідейного змісту, повинен здійснюватись на одному зображенні – від заданого виду (рис. 2, V) до отриманого досконалого виду (рис. 2, VI). Так відпадуть роботи на повторне зображення незміненої частини об'єкта моделювання.

Звернемо увагу на назрілу необхідність наукового вдосконалення змісту естетики просторової композиційної супідрядності проєктованих форм взагалі і особливо форм технічного дизайну. В останньому випадку якість естетики досягається перш за все через врахування сприйняття тектоніки форми, тобто завдяки обізнаності з грамотним точним розподілом згинаючих моментів від навантаження форми (особливо криволінійних обрисів), адже обриси епюр моментів задають незрівнянне естетичне почуття монументальності проєктованої форми і не тільки.

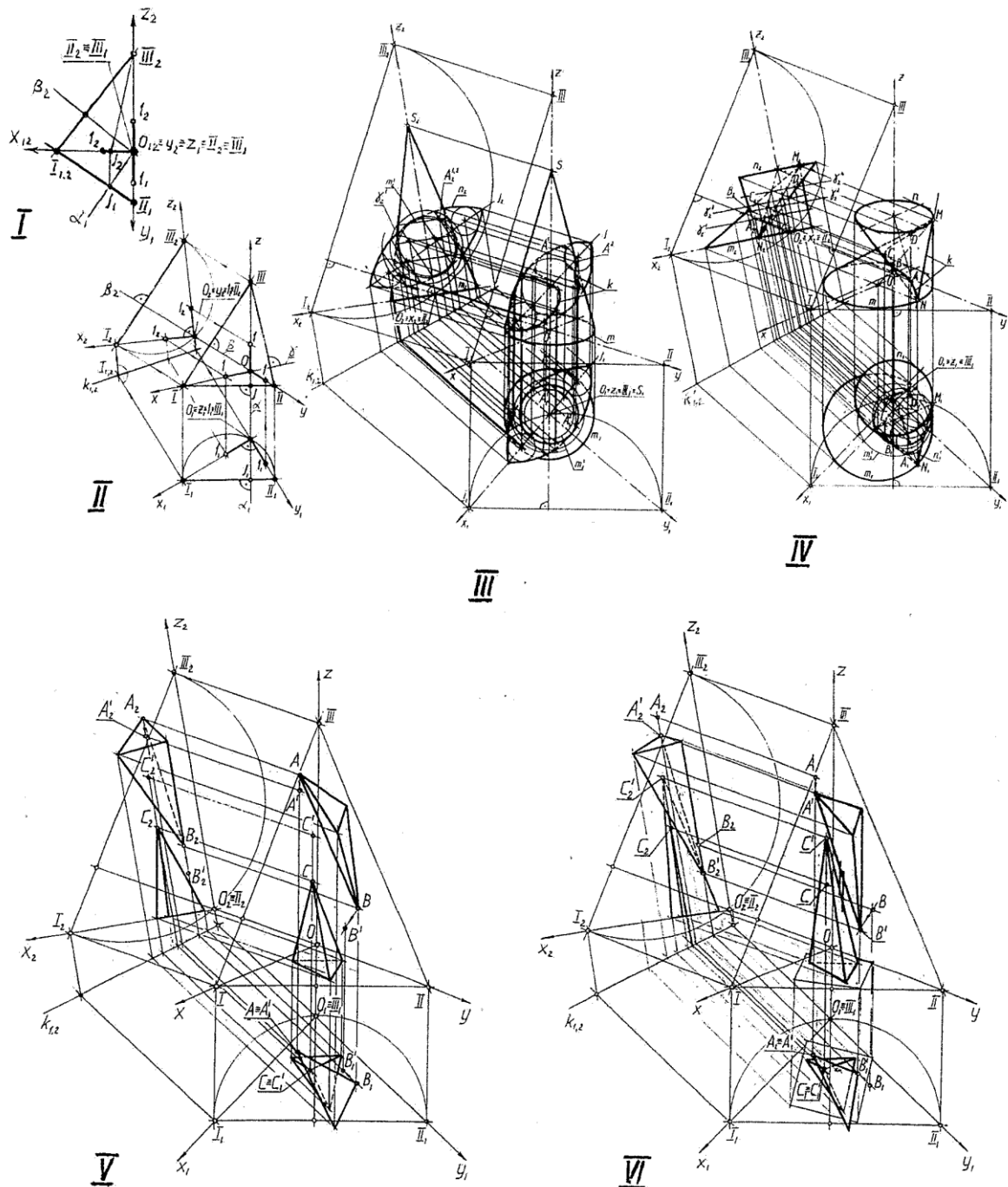


Рис. 2 КАОК – основа для розв'язання як конструктивно-геометричних задач, так і задач для створення досконалих композицій за ескізним моделюванням проєктованих форм: I–Умова завдання для отримання діаграми 1,2. II – Побудова діаграми 1,2. III і IV – Побудови за допомогою КАОК аксонометрій кривих поверхонь із зображеннями їх взаємного перетину, знайденого способами січних сфер і січних площин без зображень контурів перетину в ортогональних проєкціях. V – Умова задачі на ескізне моделювання за допомогою КАОК композиції символічного знаку «Рівновага». VI – Отриманий результат ескізного моделювання за умовою V.

В дизайні не допоможе ні «художнє конструювання», ні наукове вдосконалення соціоніки, ні неграмотна назва «технічна естетика», яка суперечить поезії естетики. Тільки асоціативне сприйняття естетики технічної форми дійде до самого серця. Без досконалості грамотних зображень проектування не відтвориться й естетика. Це означає, що не будуть помилково захищатись так звані «наукові» праці з «мистецтва» дизайну, де естетики немає.

4. Неочікувані можливості КАОК.

4.1. Можливість розв'язувати усі метричні і позиційні задачі нарисної геометрії для яких замість двох перетворень проєкцій використовується одна проєкція, отримана за діаграмою проєціюванням у напрямі загального положення. При обох прямих одноланкових проєкційних зв'язках це здійснюється дещо з меншою кількістю графічних операцій, ніж коли один із таких зв'язків двохланковий (рис. 1, I).

4.2. Можливість знаходити при необхідності масштабні реperi на аксонометричних осях запропонованої прямокутної аксонометричної проєкції (рис.2, II).

Але при цьому для отримання аксонометричного зображення кожної опорної точки проєктованої форми за допомогою координатної ламаної знадобиться у три рази більше графічних операцій ніж за допомогою двох одноланкових проєкційних зв'язків діаграми КАОК.

4.3. Можливість побудови у прямокутній аксонометрії КАОК правильних зображень ліній взаємного перетину кривих поверхонь, точки яких в ортогональних проєкціях будуються за допомогою способів січних посередників: сфер (рис. 2, III) або площин (рис. 2, IV), але без з'єднання їх контуром, якщо за умовою задачі потрібно отримати тільки аксонометричне зображення за зменшеною кількістю графічних операцій.

Висновки. Запропоновано вперше створений Комплексний аксонометро-ортогональний кресленик для отримання прямокутних аксонометрій загального виду проєктованих форм, щоб за допомогою критичного аналізу отриманих аксонометричних зображень можна було виконувати ескізне моделювання грамотних композицій запроєктованого.

1. Обґрунтована достовірність створеного кресленика і розроблено відповідні алгоритми його побудови.

2. Запропоновано критичний аналіз композицій аксонометричних зображень кресленика розглядати як естетичну частину для моделювання графічної частини і виконувати сам аналіз за існуючою спадщиною [6,7,8] розгляду основ композиції на основі естетики як наукової філософської дисципліни та на основі

врівноваження контрастних і нюансних частин композиції за ваговими коефіцієнтами інформування її ідейного змісту.

3. Запропоновано обрання обґрунтованого напряму створення естетичного виду проектованої форми за змістом та технологією графічної частини моделювання за обґрунтованим напрямом ескізного моделювання композиції зображень форми дизайну за допомогою КАОК.

4. Обґрунтовано раціональність та економічність використання КАОК як для проектування гармонійних об'ємних форм, так і для розв'язання складних конструктивно-геометричних задач прикладної геометрії з великою графічною точністю при мінімальній кількості графічних операцій.

5. Звернена увага на необхідність подальшого наукового перегляду потрібного в дизайні змісту естетики просторової композиційної супідрядності проєктованих форм.

Література

1. Колотов С.М. Вопросы теории изображений (избранное)/Колотов С.М. Вопросы теории изображений. Ответственный редактор Подгорный А.Л. Изд-во Киевского университета, 1972. 161с.
2. ГОСТ 2.317-69. Аксонометрические проекции.
3. Русскевич Н.Л. Начертательная геометрия. 3-е изд., переработанное. К.: Вища школа, Головное издательство, 1978, 312 с.
4. Бугайов В.І. Раціональне допоміжне проєціювання для рішення складних проєкційних задач у прямокутній аксонометрії. *Прикладна геометрія та інженерна графіка: Міжвідомча науково-технічна збірка*. Вип. 64. Відповід. редактор В.Є, Михайленко. К.: КДТУБА, 1998, 240 с.
5. Существует ли заботливый Творец? Издание 2006 года. URL: <https://www.jw.org/ru/>.
6. Михайленко В.Є., Яковлев М.І, Основи композиції (геометричні аспекти художнього формотворення): навч. посіб. для студ. вищих навч. закладів. К.: Каравела, 2004. 304 с.
7. Основы архитектурной композиции и проектирования / Под ред. А.А. Тица. К.: Вища школа 1976. 225 с.
8. Сомов Ю.С. Композиция в технике. М.: Машиностроение, 1987. 288 с.

КОМПЛЕКСНЫЙ АКСОНОМЕТРО-ОРТОГОНАЛЬНЫЙ ЧЕРТЕЖ

Бугаев В. И.

В статье рассмотрена впервые созданная система Комплексного аксонометро-ортогонального чертежа (КАОЧ) для изображений проектируемой формы с простыми прямыми проекционными связями между какой-нибудь избранной (из множества ∞^2) прямоугольной аксонометрической проекцией общего вида и двумя соответствующими ей ортогональными проекциями, заданными в декартовой системе координат. Достоверность диаграмм КАОЧ рассмотрена для разных способов преобразования проекций. Самым экономичным способом избрано вспомогательное проецирование на бисекторные плоскости проекций по отношению к картинной плоскости и каждой пересекнувшейся с ней координатной плоскостью декартовой системы. Получение композиционно качественного аксонометрического изображения для конкретной формы осуществляется по специально разработанным алгоритмам построения диаграмм системы. Одни диаграммы заданы для ожидаемой аксонометрии по соответствующим избранным изображениям направлений ее аксонометрических осей, а иные – для получения такой аксонометрии по изображениям в декартовой системе направления для ее построения. Обращается внимание и на необходимость дальнейшего научного пересмотра требуемого в дизайне содержания эстетики пространственной композиционной соподчиненности проектируемых форм. В соответствии с критическим анализом композиций проектируемых форм в аксонометрии системы КАОЧ предложена и технология качественного эскизного дизайн моделирования этих форм на конкретном примере формирования символического знака.

Ключевые слова: ортогональные проекции, прямоугольная аксонометрия общего вида, диаграмма, прямые проекционные связи, алгоритмы, вспомогательные бисекторные плоскости проекций, обоснования, композиция, эскизное моделирование, графические операции, проектируемая форма.

INTEGRATED AXONOMETRO-ORTHOGONAL DRAWING

Bugaev V.

In the article the first created system the Integrated Axonometric-Orthogonal Drawing (IAOD) is considered for the images of the designed

form with simple lines by projection connections between some by the select (from a great numbers ∞^2) rectangular axonometric projection of general view and two corresponding to her ortogonal projections set in the cartesian system of coordinates. Authenticity of diagrams of IAOD is considered for the different methods of transformation of projections. By the auxiliary mapping is the most economical method select to the bisector planes of projections on the relationship of picture plane and every crossed with her the coordinate plane of the cartesian system. Between an axonometric projection and every projection set in the cartesian system, direct single link connection is set, and between both projections in the cartesian system double-link connection. All created system images are built in accordance with specially worked out for them by such diagram that gives an opportunity to get quality composition of axonometric image for every concrete designed form. For the construction of such diagrams the special algorithms are worked out. One algorithms correspond to the select set directions of images of axonometric axes on an axonometric projection, and other - to the direction set on the ortogonal projections of the cartesian system and intended for the construction of axonometric projection. It gives a brief introduction to the basics of the current system of basic composition. Attention is also drawn to the need for further scientific revision of the spatial compositional hierarchy of the designed forms required in the design of aesthetics content. In accordance with the critical analysis of the compositions of the designed forms in the perspective view of the IAOD system, a technology was proposed for the qualitative outline design of the modeling of these forms with a specific example while simultaneously changing the form of the form and in cartesian projections. This is certainly more reliable and faster than modeling in the material.

Key words: orthogonal projections, rectangular axonometry of general type, diagram, direct projection connections, algorithms, auxiliary bisector projection planes, justification, composition, sketch modeling, graphic operations, projected form.