

Міністерство культури та стратегічних комунікацій України
Харківська державна академія дизайну і мистецтв

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

ЛІ ЦЗЕПЕН

УДК 73.012:111.852+73.023.1-34:7.038.55+712.6]:73.04(4)"20"(043)

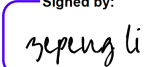
ДИСЕРТАЦІЯ

**ФОРМАЛЬНО-ЕСТЕТИЧНІ ЗАСОБИ ДИЗАЙНУ
МЕТАЛЕВИХ ОБ'ЄКТІВ ПРОСТОРОВОЇ ПЛАСТИКИ**

Спеціальність В2 – Дизайн

Подається на здобуття наукового ступеня
Доктора філософії (Ph.D)

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання чужих ідей, результатів і текстів мають посилання на відповідне джерело

Signed by:
 2026/04/01 Лі Цзепен
3BA69BB7EB834CE

Науковий керівник: Опалєв Михайло Леонідович,
кандидат мистецтвознавства, доцент

Харків – 2026

АНОТАЦІЯ

Лі Цзепен. Формально-естетичні засоби дизайну металевих об'єктів просторової пластики. — Кваліфікаційна робота на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії (Ph.D.) з мистецтвознавства за спеціальністю 022 Дизайн. Робота виконана на кафедрі «Мультимедійний дизайн» Харківської державної академії дизайну і мистецтв. Захист відбудеться у Харківській державній академії дизайну і мистецтв. Харків, 2026. У дослідженні розглянуто формально-естетичні засоби дизайну металевих об'єктів просторової пластики, що активно конструюють візуально-просторовий образ публічного середовища європейських міст і природних ландшафтів від початку 2000-х років. Також приділено увагу розвитку металевих об'єктів просторової пластики від 1960-х років до початку XXI ст. До кола проаналізованих об'єктів віднесено металеві скульптури, інсталяції та гібридні форми між ними, в яких поєднано авторську концепцію, складні конструктивні рішення та інноваційні технології виготовлення.

Актуальність обраної тематики зумовлена суперечністю між динамічним розвитком цифрових технологій проектування й виготовлення таких об'єктів та недостатнім рівнем їх системного мистецтвознавчого осмислення та класифікації. Метою дослідження є виявлення формально-естетичних засобів дизайну металевих об'єктів просторової пластики.

Методологічну основу дослідження становить комплекс історико-культурного, формально-стилістичного, естетичного та феноменологічного, концептуального та семіотичного, просторово-архітектурного, архівно-документального та технологічного аналізу, що дозволяє розглядати металеву просторову пластику одночасно як художній, конструктивний та соціально-комунікативний феномен.

Наукова новизна полягає, по-перше, у запропонованому уточненому і розширеному формулюванні понять «просторова металева пластика», «дизайн металевих об'єктів просторової пластики»; по-друге, у періодизації розвитку

металевої просторової пластики від 1960-х років до початку XXI ст., що фіксує перехід від індустріального модернізму до постіндустріальних, цифрово зумовлених форм. По-третє, обґрунтовано класифікацію параметричних методів дизайну металевих об'єктів (генеративний дизайн, структурна оптимізація, алгоритмічний дизайн, інформаційне моделювання будівель (BIM), середовищне моделювання, адаптивна геометрія), які визначають нові морфологічні типи об'ємно-просторових рішень. Виокремлено інші новітні технології: адитивне виробництво (адитивне виготовлення модельних зразків для ливарного виробництва, адитивне виробництво металевих артоб'єктів через прямий друк металом); субтрактивні технології (лазерне різання металу, ЧПК-фрезерування); холодне листове формування (локальне радіусне холодне гнуття та вальцювання, радіусне вальцювання великих листів у кільцеві, або циліндричні секції тонколистих заготовок, лінійне гнуття на листозгинальному пресі по розгортках тривимірної моделі, вільне холодне формування – розтяг-стиск листа). По-четверте, структуровано топології новітніх форм (топології великої обчислювальної складності, модульні структури) та виявлено трансформації усталених типів металевих скульптур і інсталяцій під впливом цифрових технологій моделювання й виробництва. Введено типологічний поділ сучасних металевих об'єктів просторової пластики на новітні, створені на основі принципово нових цифрових методів, та модернізовані, оновлені на базі традиційних типів металевих об'єктів, але з використанням нових технологій і матеріалів. Виокремлено групи металевих об'єктів просторової пластики, що характеризуються поняттями «біоморний» та «біоміметичний».

Особливу увагу у дисертації зосереджено на обґрунтуванні системи естетичних принципів дизайну металевих об'єктів просторової пластики. До неї віднесено, зокрема, групу концептуально-морфологічних принципів естетики (морфологічна гібридність, багаторівнева біоміметика, семантична відкритість), просторово-перцептивних принципів (перцептивна маршрутизація, багат шарова прозорість, динамічна рівновага), матеріально-технологічних принципів («виразна технологічність», параметрична раціональність, матеріальний контраст

і контрольоване старіння), а також соціально-комунікативних принципів (інтерактивна естетика, міський наратив і локальна медіація, екологічна та енергетична чутливість). У межах кожної з окреслених груп проаналізовано комплекс формально-естетичних засобів дизайну, що виступають структурними складовими зазначених принципів.

Теоретичне значення дисертації полягає у формуванні узгодженої системи понять, критеріїв та аналітичних процедур, придатних для дослідження металевої просторової пластики як окремого феномену в межах мистецтвознавства та дизайну. Практичне значення полягає в можливості застосування розроблених класифікацій, принципів і параметричних підходів у проєктуванні нових металевих скульптур, інсталяцій та інженерно-художніх споруд у публічному просторі, а також у викладанні фахових дисциплін для дизайнерів, скульпторів та архітекторів.

Ключові слова: 3D-технології, архітектурно-ландшафтне середовище, громадський простір, естетика, інноваційний дизайн, інтерактивність, металева інсталяція, концепція, металева скульптура, параметричний дизайн, світловий дизайн, формально-естетичні засоби, художньо-проєктний образ, цифрові технології.

СПИСОК НАУКОВИХ ПРАЦЬ, В ЯКИХ ОПУБЛІКОВАНІ ОСНОВНІ РЕЗУЛЬТАТИ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Цзепен Лі. Створення і репрезентація об'єктів просторової пластики в сучасних цифрових технологіях // Актуальні питання гуманітарних наук. 2024. Вип. 80, том 1. С. 141-145. DOI <https://doi.org/10.24919/2308-4863/80-1-20>

2. Цзепен Лі, Михайло Опалєв. Абстрактна монументальна металева скульптура: розвиток засобів виразності // ВІСНИК Львівської національної академії мистецтв. 2024. Вип. 53. С. 50-61. DOI <https://doi.org/10.37131/2524-0943-2024-53-5>

3. Лі Цзепен, Опалєв Михайло Леонідович. Зооморфний дизайн об'єктів металевої пластики періоду модернізму: форма та естетика // Український мистецтвознавчий дискурс. 2024. Випуск 5. С. 81-93. DOI <https://doi.org/10.32782/uad.2024.5.8>

4. Цзепен Лі, Михайло Опалєв. Засоби параметричного дизайну європейських публічних металевих артоб'єктів // Актуальні питання гуманітарних наук. 2025. Вип. 90, том 2. С. 52-59. DOI <https://doi.org/10.24919/2308-4863/90-2-7>

ПУБЛІКАЦІЇ, ЯКІ ЗАСВІДЧУЮТЬ АПРОБАЦІЮ МАТЕРІАЛІВ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Лі Цзепен. Внутрішній простір абстрактних металевих скульптур. *Міжнародна науково-практична конференція «60 років Вищої школи дизайну», 7 грудня 2022 року*. Харків. ХДАДМ. 2024. С. 30. (https://www.ksada.org/wp-content/uploads/2024/04/konference_2022-12.pdf).

2. Лі Цзепен. Використання цифрових технологій в створенні і репрезентації об'єктів просторової пластики. *Всеукраїнська науково-практична конференція кафедри мультимедійного дизайну ХДАДМ «Мультимедійний дизайн і анімація: проблеми та розвиток», 26 квітня 2024 року*. Харків. ХДАДМ. 2024. С. 35-36. (<https://www.ksada.org/wp-content/uploads/2024/06/confer-26-apr-2024.pdf>)

ABSTRACT

Li Zepeng. Formal and aesthetic means of design for metal spatial sculpture objects. Qualification scientific work on the rights of manuscript.

Dissertation for obtaining a scientific degree of Doctor of Philosophy in Art History, specialty 022 Design. The work was performed at the Department of «Environmental Design» of the Kharkiv State Academy of Design and Arts. The defense will be held at the Kharkiv State Academy of Design and Arts. Kharkiv, 2026. The research examines the formal and aesthetic means of design for metal objects of spatial

plasticity which have been actively constructing the visual and spatial image of public environments in European cities and natural landscapes since the early 2000s. It also considers the development of metal objects of spatial plasticity from the 1960s to the early 21st century. The range of analyzed objects includes metal sculptures, installations, and hybrid forms between them, which combine authorial concepts, complex structural solutions, and innovative fabrication technologies.

The relevance of the chosen topic is determined by the contradiction between the dynamic development of digital technologies for the design and production of such objects and the insufficient level of their systematic art-historical interpretation and classification. The aim of the research is to identify the formal and aesthetic means of design for metal objects of spatial plasticity.

The methodological basis of the study is formed by a set of historical and cultural, formal and stylistic, aesthetic and phenomenological, conceptual and semiotic, spatial and architectural, archival and documentary, and technological methods, which makes it possible to consider metal spatial plasticity simultaneously as an artistic, structural, and socio-communicative phenomenon.

The scientific novelty lies, first, in the proposed refined and expanded definitions of the concepts “spatial metal plasticity” and “design of metal objects of spatial plasticity”. Second, it consists in the periodization of the development of metal spatial plasticity from the 1960s to the early 21st century, which records the transition from industrial modernism to post-industrial, digitally driven forms. Third, the classification of parametric design methods for metal objects is substantiated (generative design, structural optimization, algorithmic design, Building Information Modeling (BIM), environmental simulation, adaptive geometry), which defines new morphological types of volumetric and spatial solutions. In addition, other advanced technologies are distinguished: additive manufacturing (additive fabrication of pattern models for foundry production, additive manufacturing of metal art objects via direct metal printing); subtractive technologies (metal laser cutting, CNC milling); and cold sheet forming (local radial cold bending and rolling, radial rolling of large sheets into ring- or cylinder-shaped thin-sheet sections, linear bending on a press brake according to

three-dimensional unfolding, free cold forming based on sheet tension–compression). Fourth, the topologies of novel forms (topologies of high computational complexity, modular structures) are systematized and the transformations of established types of metal sculptures and installations under the influence of digital modeling and fabrication technologies are revealed. A typological division of contemporary metal objects of spatial plasticity is introduced into innovative forms, created based on fundamentally new digital methods, and modernized forms, updated based on traditional types of metal objects but using new technologies and materials. Groups of metal objects of spatial plasticity characterized by the notions “biomorphic” and “biomimetic” are identified.

Attention in the dissertation is focused on substantiating a system of aesthetic principles for the design of metal objects of spatial plasticity. It includes, in particular, a group of conceptual and morphological principles of aesthetics (morphological hybridity, multilevel biomimetics, semantic openness), spatial and perceptual principles (perceptual routing, multilayered transparency, dynamic equilibrium), material and technological principles (“expressive technologicality”, parametric rationality, material contrast and controlled aging), as well as socio-communicative principles (interactive aesthetics, urban narrative and local mediation, ecological and energetic sensitivity). Within each of these groups, a complex formal and aesthetic means of design is analyzed, which act as structural components of the specified principles.

The theoretical significance of the dissertation lies in the formation of a coherent system of concepts, criteria, and analytical procedures suitable for the study of metal spatial plasticity as a distinct phenomenon within art history and design. The practical significance consists in the possibility of applying the developed classifications, principles, and parametric approaches to the design of new metal sculptures, installations, and engineering and artistic structures in public space, as well as in teaching specialized courses for designers, sculptors, and architects.

Keywords: 3D technologies, architectural and landscape environment, public space, aesthetics, innovative design, interactivity, metal installation, concept, metal sculpture, parametric design, lighting design, formal and aesthetic means, artistic and design image, digital technologies.

THE LIST OF RESEARCH PAPERS IN WHICH THE MAIN RESULTS OF THE THESIS WERE PUBLISHED

1. Zepeng Li. Creation and Representation of Spatial Plastic Objects in Modern Digital Technologies // Actual Problems of the Humanities. 2024. No. 80. V. 1. P. 141–145. DOI <https://doi.org/10.24919/2308-4863/80-1-20>

2. Zepeng Li, Mykhailo Opaliev. Abstract monumental metal sculpture: development of expressive means // Bulletin of the Lviv National Academy of Arts. 2024. V. 53. P. 50–1. DOI <https://doi.org/10.37131/2524-0943-2024-53-5>

3. Li Zepeng, Opalev Mykhailo Leonidovich. Zoomorphic Design of Metal Plastics Objects of the Modernist Period: Form and Aesthetics // Ukrainian Art History Discourse. 2024. V.5. P. 81–93. DOI <https://doi.org/10.32782/uad.2024.5.8>

4. Zepeng Li, Mykhailo Opaliev. Means of parametric design of european public metal art objects // Actual Problems of the Humanities. 2025. No. 90. V. 2. P. 52-59. DOI <https://doi.org/10.24919/2308-4863/90-2-7>

PUBLICATIONS WHICH CERTIFY THE APPROVAL OF THE DISSERTATION MATERIALS

1. Li Zepeng. Interior space of abstract metal sculptures. International scientific and practical conference “60 years of the Higher School of Design”, December 7, 2022. Kharkiv. KSADA. 2024. P. 30. (https://www.ksada.org/wp-content/uploads/2024/04/konference_2022-12.pdf).

2. Li Zepeng. The use of digital technologies in the creation and representation of spatial plastic objects. All-Ukrainian Scientific and Practical Conference of the Department of Multimedia Design of the Kharkiv State Academy of Arts and Design “Multimedia Design and Animation: Problems and Development”, April 26, 2024. Kharkiv. KSADA. 2024.P. 35–36. (<https://www.ksada.org/wp-content/uploads/2024/06/confer-26-apr-2024.pdf>)

ЗМІСТ

ВСТУП.....	10
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ РОЗРОБКИ В ГАЛУЗІ МЕТАЛЕВОЇ ПЛАСТИКИ	18
1.1. Стан дослідження теми. Джерельна база	18
1.2. Методи дослідження.....	34
1.3. Поняттєвий апарат металевої просторової пластики.....	37
Висновки до першого розділу.....	40
РОЗДІЛ 2. ДИЗАЙН МЕТАЛЕВИХ ОБ’ЄКТІВ ПРОСТОРОВОЇ ПЛАСТИКИ ЄВРОПИ У ХХ-ХХІ СТОЛІТТІ	43
2.1. Етапи становлення та розвитку металевої просторової пластики від 1960-х років до початку ХХ-го століття.....	44
2.2. Формоутворення, технології та типологія сучасної металевої скульптури	51
2.3. Дизайн, технології та типологія сучасних металевих скульптур-інсталяцій	70
2.4. Дизайн, технології виготовлення та типологія сучасних металевих інсталяцій	87
Висновки до 2-го розділу	101
РОЗДІЛ 3. ПРИНЦИПИ ЕСТЕТИКИ МЕТАЛЕВИХ ОБ’ЄКТІВ ПРОСТОРОВОЇ ПЛАСТИКИ ЄВРОПИ 2000-2020-х РОКІВ.....	105
3.1. Концептуально-морфологічні принципи естетики.....	105
3.2. Просторово-перцептивні принципи естетики.....	110
3.3. Матеріально-технологічні принципи естетики.....	116
3.4. Соціально-комунікативні принципи естетики	120
Висновки до 3-го розділу	127
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	131
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	134
ДОДАТОК 1. Таблиці	153
ДОДАТОК 2. Ілюстрації	166

ВСТУП

Обґрунтування вибору теми дослідження. Металева пластика описується як поєднання матеріальної специфіки металу, скульптурних засобів виразності та поняття «пластичності» як здатності матеріалу набувати й утримувати форму. Дослідження спрямоване на вивчення металевих об'єктів *просторової* пластики, представлених у межах архітектурно-ландшафтного середовища. Активна інтеграція металевої пластики у публічний простір фіксується в європейських мистецьких практиках, починаючи з 1960-х років. Це пов'язано з цілеспрямованим художнім опануванням міського та природного середовищ. Процес просторового втручання охоплює не лише монументальну статичну скульптуру, а й інсталяції, які спершу формуються в межах галерейного простору, а згодом набувають статусу самостійної форми мистецтва в громадському контексті. Металева пластика посідає в цих практиках помітне місце, оскільки артефакти з металу становлять значну частку реалізованих скульптурних і інсталяційних проєктів. Металеві скульптури й інсталяції формують специфічні художні образи, що визначаються фізико-технічними властивостями матеріалу – гнучкістю, міцністю, фактурністю, світло-рефлексивними характеристиками. Саме ці матеріальні засоби дозволяють адекватно відтворювати динаміку просторового середовища та роблять металеву просторову пластику доречним інструментом художнього опрацювання публічного простору.

На початку 2000-х років спостерігається суттєва диверсифікація підходів до формоутворення абстрактних скульптур і дизайну масштабних металевих інсталяцій, що дедалі активніше інтегруються в структуру публічного простору. В дискурсі мистецтвознавства між цими типами художніх об'єктів спостерігається розмиття жанрових меж. Методологічним об'єднавчим чинником виступає акцент на організації форми у публічному просторі: просторовій взаємодії тривимірних металевих структур із місцем розташування, характером освітлення дизайнерських об'єктів та перцептивними сценаріями глядацького сприйняття, що забезпечує єдину смислову конфігурацію при демонстрації

відповідних жанрів дизайну й мистецтва.

Актуальність теми. Суттєве розширення меж формального вираження в дизайні металевих об'єктів просторової пластики, пов'язане із залученням цифрових інструментів проектування та виробництва, появою елементів складної геометрії, нових конструктивних рішень і гібридних типів об'єктів на межі ХХ-ХХІ століть, що суттєво випереджає мистецтвознавчий аналіз цих дизайнерських розробок. Виявляється недостатня систематизація як самих технологічних підходів, так і формально-естетичних засобів дизайну, принципів інтегрування металевих об'єктів просторової пластики у публічний простір. Це зумовлює потребу в комплексному теоретичному осмисленні та класифікації сучасних методів проектування металевих об'єктів просторової пластики, а також у розробці узгоджених підходів до їх просторової, естетичної та функціональної взаємодії з міським і ландшафтним середовищем.

Потреба в систематизації та документуванні формальних ознак дизайну та естетики металевих об'єктів просторової пластики зумовлена сучасним характером їх дизайну, що вирізняється оригінальністю просторових рішень, іноді значною масштабністю композицій. Масивні форми та конструкції змінюють сприйняття простору, занурюють реципієнта в середину інсталяції та посилюють емоційне та чуттєве залучення глядача. Водночас металеві об'єкти здійснюють помітний вплив на архітектурне середовище міст, модифікуючи сформовану систему ustalених візуальних домінант і силуетів. Такі об'єкти сприяють переосмисленню образу міста та актуалізують питання гармонізації взаємодії металевих об'єктів просторової пластики, архітектури й урбаністичного ландшафту.

Дослідження актуалізує також розгляд альтернативного дизайнерського підходу до розвитку сучасних концептуальних модульних металевих конструкцій, який ґрунтується на принципах їх мобільності та мінливості форми. Цей феномен досягається завдяки використанню гнучких збірно-розбірних структур, що розширює естетичний діапазон їх застосування, надає можливість розміщувати їх

у різних локаціях. При цьому системне дослідження цих практик у науковому полі залишається недостатнім.

Метал, як матеріал просторової пластики на рубежі XX–XXI століть, зазнає принципової переоцінки: індустриальна естетика поєднується з концептуальними, просторово-перцептивними та соціально-комунікативними принципами. Це збагачує виражальну мову металевих об'єктів просторової пластики, які дедалі частіше виходять за межі статичних конструкцій в формоутворенні металевих скульптур і дизайні інсталяцій. У деяких із них застосовуються світлові та звукові компоненти, рухомі елементи та сенсорні системи. Таким чином, формуються імерсійні просторові середовища, що залучають глядача до взаємодії з художнім простором. У зв'язку з фрагментарністю наукових досліджень цих явищ виникає необхідність комплексно оцінити тенденції та напрямки процесів дизайну високотехнологічних форм, виявити принципи естетики, якими керується дизайн сучасних металевих об'єктів просторової пластики.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Наукову роботу виконано згідно з державними програмами, що зорієнтовані на формування комфортного дизайну міського середовища. Означені програми затверджені постановою Кабінету Міністрів України «Про першочергові заходи щодо розвитку національної системи дизайну й ергономіки та впровадження їх досягнення в промисловому комплексі, об'єктах житлової, виробничої та соціально-культурної сфери» (від 20 січня 1997 р., №37). Дослідження є частиною науково-дослідної кафедральної роботи «Інновації в мультимедійному дизайні в контексті науково-технологічного прогресу» (Наукова рада ХДАДМ, протокол №02 від 19.10.2021 р.).

Метою даної роботи є виявити та теоретично обґрунтувати формально-естетичні засоби дизайну металевих об'єктів просторової пластики в сучасному європейському дизайні та мистецтві 2000–2020-тих років, визначити систему морфологічних, матеріально-технологічних, світло-просторових, інтерактивних параметрів цих об'єктів, та окреслити естетичні принципи їх

застосування в художньо-проектній практиці. Для досягнення цієї мети було окреслено низку **завдань**:

- установити ступень вивчення означеної теми в наукових джерелах, обґрунтувати джерельну базу та методи дослідження;

- прослідкувати історію становлення та розвитку металевих об'єктів просторової пластики від 1960-х років до початку XXI-го століття, виокремити послідовні етапи розвитку;

- окреслити ключові технологічні інновації, які мають визначальне значення в формуванні сучасного дизайну металевих об'єктів просторової пластики;

- класифікувати форми новітніх металевих об'єктів просторової пластики, геометрія яких має велику обчислювальну складність, та виявити формально-естетичні засоби дизайну цих об'єктів;

- прослідкувати розвиток історично усталених форм металевих об'єктів просторової пластики у першій чверті XXI століття, що зазнали глибокої трансформації при застосуванні новітніх технологій, концентруючи увагу на засобах форми-естетики;

- виявити принципи естетики, на яких базується сучасна практика дизайну металевих об'єктів просторової пластики, та проаналізувати комплекс формально-естетичних засобів дизайну, що виступають структурними складовими зазначених принципів.

Об'єктом дослідження є дизайн металевих об'єктів просторової пластики першої чверті XXI століття у формуванні громадських архітектурно-ландшафтних просторів.

Предмет дослідження – формально-естетичні засоби дизайну металевих об'єктів просторової пластики у формуванні урбанізованого середовища.

Матеріал дослідження. Швидкий розвиток дизайну металевих об'єктів просторової пластики першої чверті XXI століття вказав на необхідність виявлення найсучасніших складних технологічних рішень у їх дизайні, систематизації методів їх формоутворення, виявлення впливу технологій на

традиційні форми металевих об'єктів попереднього століття. Вкрай важливим вважається окреслення естетичних принципів дизайну, які сформовані сучасними потребами суспільства в створенні актуальних форм металевих об'єктів просторової пластики.

Хронологічні межі наукової роботи обумовлені її завданнями. Початок ХХІ століття у порівнянні з попередніми періодами розвитку металевих скульптур і інсталяцій характеризується надскладними комп'ютерними розрахунками, застосуванням технологій, які були неможливі в попередньому столітті. Тому хронологічні межі даної роботи було окреслено початком 2000 року по сучасність, коли розвиток технологій тільки набирає свою потужність. Але при цьому був зроблений також огляд розвитку європейських металевих об'єктів просторової пластики з середини ХХ століття по початок ХХІ століття, оскільки розквіт металевих об'єктів просторової пластики почався з 1960-х років.

Територіальні межі охоплюють країни Європи включно з Україною. Це обумовлено сталими традиціями в європейській металопластиці, бурхливим історичним контекстом змін у цих країнах, що вплинули на процеси виникнення та реалізації дизайнерських концепцій.

Методи дослідження. Дане дослідження потребує комплексного підходу, який поєднує історію дизайну та мистецтва, технологічний аналіз, аналіз формоутворення та естетику.

Історико-культурний метод – з'ясування історичного та культурного контексту створення металевих об'єктів просторової пластики; аналіз соціокультурних факторів, що впливали на митців.

Формально-стилістичний аналіз – дослідження форми та композиції, стилістичних впливів на створення об'єктів, *порівняльний* аналіз впливів художніх течій ХХ століття.

Естетичний та феноменологічний аналіз – розкриття естетичних принципів створення металевих об'єктів просторової пластики, які впливають на перцепцію

глядача; аналіз візуальної мови; розкриття ефектів, які виникають при спостережанні за об'єктом, або при взаємодії з ним.

Концептуальний та семіотичний аналіз – аналіз ідеї або концепції; розкриття візуального символу, метафори, знаку.

Просторово-архітектурний аналіз – локалізація, масштаб і перспектива, врахування ефектів середовища.

Архівно-документальний метод – аналіз виставкових каталогів і брифів, фотозображень, відеорепортажів.

Технологічний аналіз – визначення властивостей матеріалу, з якого створена конкретна робота, структурних особливостей конструкції а також застосованих при цьому технологій.

Дані методи дослідження дозволили зробити комплексну оцінку формально-естетичних засобів дизайну металевих об'єктів просторової пластики визначеного періоду.

Наукова новизна дослідження полягає в тому, що вперше:

- запропоновано уточнене і розширене формулювання понять «просторова металева пластика», «дизайн металевих об'єктів просторової пластики»;
- окреслено періодизацію розвитку металевих об'єктів просторової пластики з початку перших радикальних експериментів з нею у 1960-х роках до кінця XX століття;
- обґрунтовано класифікацію методів параметричного дизайну, який набув широкої популярності у період з початку XXI століття;
- комплексно досліджено ключові сучасні технології, що застосовуються у створенні металевих об'єктів просторової пластики;
- детально структуровано топології новітніх форм металевої пластики першої чверті XXI століття;
- комплексно досліджено історично усталені форми металевих об'єктів, що перетерпіли кардинальних формальних змін під дією сучасних технологій;

– у межах проведеного формального аналізу чітко виокремлено групи металевих об'єктів просторової пластики, що характеризуються поняттями «біоморний» та «біоміметичний»;

– запропоновано зведену систему естетичних принципів у створенні сучасних металевих об'єктів просторової пластики, які спираються не тільки на технологічні засоби, а й на концептуальні, просторово-перцепивні, матеріально-технологічні та соціально-комунікативні тенденції.

Теоретичне значення наукової роботи полягає у визначенні формально-естетичних засобів дизайну металевих об'єктів просторової пластики, створених у першій чверті ХХІ столітті в Європі та в використанні цього матеріалу в подальших, більш широких дослідженнях, а також у освітньому процесі.

Практичне значення даної роботи в тому, що сформовані в ній класифікації технологій, формальних рис, принципів естетики металевих об'єктів просторової пластики дозволять практикуючим дизайнерам, скульпторам і архітекторам краще орієнтуватись у європейській спадщині даного виду дизайну та мистецтва, та переносити цей досвід у свою практику.

Особистий внесок здобувача. Основні наукові результати дослідження отримані автором особисто: зібраний значний об'єм візуального матеріалу в межах обраної теми; проаналізовані численні наукові джерела та професійні тексти; побудована система технологій, формальних ознак, естетичних принципів дизайну металевих об'єктів просторової пластики.

Апробація результатів дослідження відбувалась на всеукраїнських та міжнародних наукових конференціях: Міжнародна науково-практична конференція «60 років Вищої школи дизайну», 7 грудня 2022 року. Харків. ХДАДМ. 2024. Доповідь «Внутрішній простір абстрактних металевих скульптур». Всеукраїнська науково-практична конференція кафедри мультимедійного дизайну ХДАДМ «Мультимедійний дизайн і анімація: проблеми та розвиток», 26 квітня 2024 року. Харків. ХДАДМ. 2024. Доповідь «Використання цифрових технологій в створенні та репрезентації об'єктів просторової пластики».

Публікації. Основні положення наукової роботи були оприлюднені у 6 наукових публікаціях: 4 з них у фахових наукових збірках, які входять до переліку МОН України, 2 – у збірках матеріалів наукових конференцій.

Структура та обсяг роботи. Дослідження складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, переліку використаних джерел, додатків (таблиць, ілюстрацій). Загальний обсяг роботи разом із додатками складає – 193 стор., основний текст – 133 стор., список джерел – 172 позиції (22 стор.), додатки (таблиці) – 13 стор., (іл.) – 28 стор.

РОЗДІЛ І.

ТЕОРЕТИЧНІ РОЗРОБКИ В ГАЛУЗІ МЕТАЛЕВОЇ ПЛАСТИКИ

1.1. Стан дослідження теми. Джерельна база

Перша група наукових статей стосується *історії та філософії* скульптури. Британська мистецтвознавиця Ш. Ірвін (*Sherry Irvin*) аналізує визначення сучасної скульптури з різних точок зору, підключаючи до цього апарат філософських категорій. Авторка використовує одне базове визначення скульптури, відштовхуючись від негативних визначень (що не є скульптурою), та акцентуючи визначення на сприйнятті у трьох вимірах: «Скульптура – це вид мистецтва, що полягає в артикуляції або представленні об'єктів, орієнтованих на сприйняття в трьох просторових вимірах (і, можливо, в часовому вимірі), за винятком значно сконструйованих будівель та робіт, що включають живе людське тіло» [85]. До розкриття змістового наповнення та трактування терміну «монументальний» стосовно скульптури звертається В. Одрехівський. Він концептуально розкриває це поняття через низку ознак і протиставлень. Стисло цю позицію можна сформулювати таким чином: монументальність у скульптурі – це не просто великомасштабність, а комплексна образно-просторова якість, що забезпечує відчуття величності, узагальнення й домінантної присутності твору в середовищі, незалежно від його фізичних розмірів [15]. Схожу концепцію монументальності скульптури висуває професорка із Мадрида А. Санс (*Ana Sans*). Вона не вважає, що великий розмір скульптури повинен бути сталою ознакою монументальності. Вирішальними характеристиками, за її баченням, є такі естетичні та концептуальні цінності, як форма, атрибути та авторський задум [130, с. 241].

У статті І. Русанової зі співавторами досліджуються сучасні тенденції та нові підходи в *меморіалізації* подій російсько-української війни засобами архітектури та дизайну в контексті формування історичної пам'яті та національної ідентичності [22]. Автори аналізують еволюцію національної меморіальної практики, порівнюючи нові українські меморіальні об'єкти та просторові

інсталяції з прикладами світового досвіду вшанування травматичних історичних подій. Показано, що актуальні підходи до проєктування меморіалів виходять за межі традиційних монументальних форм і тяжіють до інтерактивних, просторово відкритих, часто тимчасових або трансформованих рішень, орієнтованих на проживання досвіду та емпатійне залучення відвідувача. Особливу увагу приділено архітектурно-дизайнерським засобам, які працюють з категоріями колективної, культурної та історичної пам'яті (символіка, матеріальність, робота з порожнечою, ландшафтна інтеграція, мультимедійні й світлові ефекти), а також трансформації ідеологічних інституцій суспільства під впливом війни. У підсумку стверджується, що сучасні меморіальні проєкти можуть виступати ефективним інструментом конструювання нової історичної ідентичності українського народу, заснованої на матеріальному втіленні колективної пам'яті, національних традицій і досвіду спротиву агресії.

Український дослідник М. Дьомін із соавторами формулює теоретичні й методичні засади ревіталізації поствоєнного простору України з акцентом на цінностях, ментальності, духовності, культурній ідентичності та колективній пам'яті суспільства [8]. Автори осмислюють сутність війни та її наслідків через категорії нематеріального, пов'язуючи відбудову територій з переосмисленням історичної травми, формуванням нових смислів простору та конструюванням майбутнього образу держави. Запропоновано модель просторової ревіталізації України, що спирається на оцінку нематеріальної сутності війни, стохастичності воєнних процесів і багаторівневу інтерпретацію просторових трансформацій, включно з відбудовою міст, реструктуризацією регіонів та моделюванням просторового майбутнього країни. Значну увагу приділено методам оцінювання наслідків війни, підходам до інтеграції нематеріальних чинників у стратегії просторового розвитку та визначенню принципів, які мають забезпечити не лише фізичну реконструкцію, а й відновлення ціннісної, духовної та культурної цілісності поствоєнної України.

Українська мистецтвознавиця Т. Єрмакова здійснила порівняльний огляд дизайну та концепцій чотирьох українських мистецьких інсталяцій,

представлених у 2022–2024 роках на фестивалі незалежного мистецтва Burning Man у пустелі Блек-Рок (Невада, США). Метою дослідження є фіксація участі українських митців у глобальному культурному проєкті в умовах війни та аналіз художніх засобів, через які вони транслюється досвід суспільної травми й національної стійкості [9]. Авторка розглядає скульптурно-перформативні інсталяції «Merman», «Phoenix», «Храм їжака» та «I'm fine:)), акцентуючи увагу на просторових рішеннях, символіці образів, використанні матеріалів та характері взаємодії з аудиторією. Вперше проведено системний порівняльний аналіз засобів дизайну цих об'єктів з урахуванням асоціативної подачі змісту, рівня інтерактивності та емоційного впливу на відвідувачів.

Естетику скульптури можна розглядати з точки зору спільного з іншими видами мистецтва. Але є інший підхід – це зосередження уваги на тому що є особливим у самій скульптурі. З цієї другої точки зору питання скульптурної естетики розглядає Р. Хопкінс (*Robert Hopkins*), науковець із університету Нью-Йорка [79]. Він окреслює три питання природи скульптурної репрезентації: 1) визначення з точки зору форми репрезентації; 2) опис репрезентації, виходячи з попередніх естетичних висновків про діапазон того що може бути репрезентоване скульптурою; 3) пропозиція самої скульптурної репрезентації як такої, що здатна залучити наш естетичний інтерес.

Велике значення для розвитку української абстрактної скульптури мають роботи наших мистецтвознавців О. Голубця [6], що відслідковує шляхи та темпи розвитку прогресивних українських скульпторів, О. Цугорки, А. Варивончик і Б. Мазура [14], [29], які вивчають вплив сучасної скульптури на суспільний простір України, Г. Скляренко, що підсумовує досвід української скульптури останніх років, досліджує нові образи, ідеї та інновації, які пропонуються сучасними українськими скульпторами [23], [24], [25], інших дослідників [7], [11], [17], [18], [21]. Мистецтвознавець В. Одрехівський аналізує творчість українських скульпторів, які працювали за межами України у ХХ столітті. Він формує новий погляд на українську пластику у єдності зі світовим мистецтвом [16].

До проблеми визначення *абстракції*, як формотворчого прийому в дизайні, прикута пильна увага науковців. На це звернув увагу професор університету в Яньчені, Ван Чжунлін (Wang Zhonglin, 王忠林), який запропонував відокремити поняття «абстракція в скульптурі» та «абстрактна скульптура», які мають різні значення та часові межі [165]. Достатньо велику увагу до скульптури ХХ століття приділяють китайські дослідники, які в основному аналізують характеристики художніх рухів західного мистецтва [167]. Також абстрактна скульптура розглядається в контекстах просторових вимірів, емоційного вираження, філософського мислення, математичних досліджень, виконання в цифрових технологіях [169]. Мистецтвознавиця факультету дизайну Сучжоуського професійного університету Цянь Біхун (Qian Bihong, 钱碧红) розглядає абстрактну скульптуру з точки зору естетичних якостей, як новий сучасний та привабливий стиль художнього існування [171].

Широкий огляд розвитку прийому геометричного моделювання у формоутворенні скульптури в Іспанії 1960-х років зроблений П. Б. Лопес (Paula Barreiro López), дослідницею інституту історії в Мадриді. Авторка реконструює розвиток абстрактно-геометричних тенденцій, зіставляючи їх із міжнародним контекстом оп-арту, кінетичного та мінімалістичного мистецтва [101].

Слід зазначити, що поширеність такого виду об'ємно-пластичного мистецтва, як *зооморфна скульптура*, отримало увагу великої кількості науковців, що вивчають цей феномен із різних точок зору. Передачі певних символічних значень зооморфних зображень і форм у різних світових культурах і в різні історичні епохи присвячена монографія під редакцією Х. Уернесса (Hore Werness) [157]. У великій кількості статей приділяється увага культурному та археологічному значенню зооморфної скульптури, що надає розуміння мистецькому вираженню стародавніх культур [40], [55], [162]. Італійські науковці К. Андерсен (Karin Andersen) і Л. Бочіккіо (Luka Bochicchio) оцінюють метафоричну мову митців останніх двох століть, засновану на тваринних формах, з історичної та культурної перспективи [38].

Репрезентація монументальної скульптури в *публічному середовищі* завжди торкається низки сфер суспільного життя – від естетичних до політичних. Майже завжди виникають жваві дискусії, а іноді й суперечки стосовно кожної такої події, особливо коли мова йдеться про абстрактну модерністську форму. Таким чином, втілення абстрактних ідей у монументальній скульптурі відбивається не тільки в практичній площині, а й стає актуальним і в науковому дискурсі. Прямим прикладом аналізу означеної ситуації є робота Т. Ляхдесмякі (Tuuli Lähdesmäki), який розглядає проблематику репрезентації двох фінських абстрактних президентських пам'ятників, що викликали в глядачів суперечливе сприйняття. Особливу увагу автором приділено напрузі між абстракцією та вимогою «представлення» (репрезентації) у публічному просторі: геометричний монумент часто відходить від буквальної зображальності, але натомість активізує інтерпретаційну участь глядача, працює через асоціативні, топологічні й просторові відношення [94].

Науковцями розглядаються також важливість врахування скульптури при проектуванні предметно-просторового середовища. С. Брильов підкреслює, що об'єктом дизайну може бути практично будь-який скульптурний ансамбль, комплекс або система у сфері життєдіяльності людини, де соціально й культурно зумовлене спілкування, а завдання дизайну полягає у наданні цим об'єктам нових споживчих якостей та в організації гармонійного предметно-просторового середовища [3]. Спорідненість абстрактної скульптури та абстрактної архітектури розглядає У. Г. Аняєбу, який розглядає абстрактну скульптуру як безпосереднє джерело й «формальний банк» для скульптурних абстракцій в архітектурі. Автор виходить із тези про «розмиті межі» між скульптурою та архітектурою: обидві оперують формою й простором у тривимірному вимірі, а абстракція в архітектурі візуально й концептуально споріднена з прийомами абстрактної скульптури [41].

У статті О. Чвирової та О. Василенка розглядаються теоретичні та практичні засади організації відкритих громадських просторів у сучасному міському середовищі в контексті актуальних тенденцій урбаністичного розвитку [34]. Автори уточнюють понятійно-термінологічний апарат, пропонують

класифікацію відкритих громадських просторів за функціональними, планувальними та містобудівними ознаками й аналізують їх роль у структурі міста. Дослідження спирається на узагальнення вітчизняного та зарубіжного досвіду проєктування, планування й управління громадськими просторами, з особливим акцентом на створенні умов для різних видів соціальної комунікації та громадського обслуговування населення. Виявлено ключові принципи формування відкритих просторів (доступність, багатофункціональність, гнучкість використання, комфортність і безпечність), а також чинники, що впливають на їх якість у щільно забудованому міському середовищі. Ці автори висунули низку умов, за яких підвищується художня виразність міста та зберігається його своєрідність:

- використання історично сформованих традицій;
- підтримка характерних для даного міста силуету та панорам;
- органічне поєднання архітектури, монументальної скульптури, засобів благоустрою та озеленення з іншими компонентами міського середовища;
- облік містобудівної ролі окремо взятого простору міста.

Зроблено висновок про необхідність комплексного підходу до організації відкритих громадських просторів, який поєднує архітектурно-планувальні, ландшафтні, соціальні й екологічні аспекти та спрямований на підвищення рівня урбаністичного комфорту й сталого розвитку міст.

Дослідження цієї теми продовжується О. Василенко зі співавторами у статті, де систематизовано ключові фактори, що визначають архітектурно-планувальну організацію відкритих громадських просторів у структурі сучасного міста [150]. Автори виокремлюють п'ять основних груп чинників – соціально-економічні, природно-кліматичні, інженерно-технічні, функціонально-планувальні та художньо-естетичні – та розкривають їхній вплив на формування просторової структури, функціональне зонування й режим використання відкритих громадських просторів. У дослідженні підкреслюється, що соціально-економічний контекст визначає потреби користувачів, тоді як природно-кліматичні умови, рельєф і ландшафтні особливості задають рамки для

комфортності перебування на відкритому повітрі. Інженерно-технічні та функціонально-планувальні фактори пов'язуються з транспортною доступністю, інженерною інфраструктурою, бар'єрністю/безбар'єрністю середовища, організацією пішохідних потоків і можливістю трансформації простору під різні сценарії активності. Художньо-естетичні чинники розглянуто як інструмент формування ідентичності громадських просторів і підвищення їх привабливості, що у поєднанні з іншими групами факторів забезпечує комплексний, людино-орієнтований підхід до проектування відкритих громадських просторів.

Феномен духовного комфорту й «духу міста» як важливих нематеріальних чинників урбаністичного розвитку, що впливають на сприйняття міського середовища та якість життя мешканців досліджують М. Габрель, М. Космій, Т. Габрель [5]. Автори розкривають зміст понять «дух міста» та «духовний комфорт», пов'язуючи їх з історичною пам'яттю, культурними традиціями, цінностями спільноти, символічними змістами простору, а також з емоційним станом і ідентичністю міських жителів. На основі аналізу міст з виразною культурно-історичною спадщиною показано, як поєднання матеріальних (архітектура, планувальна структура, публічні простори) та нематеріальних (духовність, ментальність, соціальні практики) компонентів формує унікальний образ міста й визначає рівень духовного комфорту в ньому. Запропоновано методологічні підходи до врахування духовного виміру в стратегіях просторового розвитку, підкреслюється необхідність орієнтації містобудівної політики не лише на функціонально-економічні, а й на ціннісно-культурні параметри міського середовища.

Українська мистецтвознавиця Н. Трегуб розробила науково обґрунтовану концепцію світлового дизайну архітектурно-ландшафтного середовища інноваційних парків як багатофункціональних екосистем [27]. Вона дослідила просторове середовище інноваційних парків, і виявила принципи й прийоми світлового дизайну в його формуванні. На основі аналізу світових аналогів авторка систематизує композиційні прийоми LED-освітлення архітектурних об'єктів і ландшафту, пропонує світло-кольорові сценарії для кластерів

технопарку, торговельного центру та рекреаційних зон для проєкту «Екополіс ХТЗ», м. Харків. Особливу увагу приділено інтеграції інтелектуальних технологій керування освітленням, екологічній збалансованості рішень і ролі світла в формуванні художньо-дизайнерського образу інноваційних парків. Авторка виділяє тріаду факторів у сучасних тенденціях світлового дизайну: енергоефективність світлодіодних систем освітлення; ергономічність та естетичність світло-кольорових ансамблів. Практичне значення роботи полягає в можливості адаптації запропонованих прийомів світлового дизайну для модернізації комфортного соціокультурного середовища українських та зарубіжних інноваційних парків.

Цю ж тему формування штучного світлового середовища сучасного міста як одного з ключових чинників комфортності, безпеки та візуальної ідентичності урбаністичного простору розробляє український дослідник О. Василенко зі співавторами [149]. Вони аналізують структуру світлового середовища, типологію штучного освітлення вулично-дорожньої мережі, громадських просторів та фасадів будівель, а також підходи до його проєктування з урахуванням функціональних, ергономічних і естетичних вимог. Особливу увагу приділено впливу світлотехнічних рішень на сприйняття міського середовища в різний час доби, формування нічного образу міста та взаємодію освітлення з архітектурою й ландшафтом. Показано роль сучасних енергоефективних технологій, систем керованого та динамічного освітлення в оптимізації світлового балансу, підвищенні безпеки руху й якості перебування людей у міських просторах. Зроблено висновок про необхідність комплексного підходу до проєктування штучного освітлення, який поєднує технічні, екологічні та художньо-композиційні аспекти для досягнення гармонійного світлового середовища міста.

Українські автори А. Кузьменко, Н. Трегуб і В. Кутателадзе розглядають архітектурно-ландшафтні музейні комплекси на прикладі Національного літературно-меморіального музею Г. Сковороди, де окреслюють дизайн-концепції формування художньо-проєктних образів українських народних

свят [10]. Вони науково обґрунтовують принципи та прийоми інтеграції святково-обрядових сценаріїв у простір музею просто неба з використанням засобів світлодизайну, тимчасових інсталяцій та сценографії. У результаті автори визначають актуальні світові тенденції в галузі LED-технологій та їх адаптації в освітленні музейних територій, пропонують оновлене планувальне рішення та функціональне зонування парку навколо музею, розробляють сценарії світло-кольорового оформлення об'єктів до конкретних українських свят із залученням VR-технологій. Okремо презентовано концепцію знакового арт-об'єкта-фонтану, що інтерпретує ідею Г. Сковороди «Нерівна всім рівність», як засіб формування впізнаваного образу комплексу. Наукова новизна полягає в систематизації стилістичних прийомів LED-освітлення відповідно до символіки українських свят та в подальшому розвитку сценарного підходу до світло-кольорового дизайну музейних ландшафтів, а практичне значення – у можливості використання розроблених концепцій для проєктування аналогічних open-air музеїв в Україні.

У статті В. Кутателадзе та О. Данищука досліджено, як етнокультурні традиції Гуцульщини впливають на сучасні підходи до дизайну предметно-просторового середовища [93]. Автори аналізують тенденції формування просторових образів сучасних інтер'єрів і громадських просторів Карпатського регіону, зосереджуючись на переосмисленні традиційного гуцульського житла, декоративних мотивів, кольірних систем і ремісничих технік у сучасній дизайнерській практиці. Вони визначають ключові принципи інтеграції народного орнаменту, різьблення по дереву, металопластики, текстилю та обрядових предметів у сучасні архітектурні й інтер'єрні рішення без фольклорної стилізації. Особливу увагу приділено зонуванню, організації предметного наповнення та використанню природних матеріалів для досягнення цілісного художньо-проєктного образу, що відображає гуцульську культурну ідентичність і підтримує регіональний брендинг.

Також питання дизайну предметно-просторового середовища піднімає китайський дослідник Лу Бінь, у роботах якого проаналізовано принципи

розташування арт-інсталяцій із дзеркальними поверхнями в системі архітектурно-ландшафтного простору міст Китайської Народної Республіки [12] і з'ясовано, як дизайн інсталяцій реагує на екологічні, соціальні, урбаністичні й політичні виклики сучасного Китаю та трансформує їх у візуально-просторові висловлювання [13].

Дослідженням сучасних мистецьких інсталяцій, їх взаємодії зі спільнотою в світовому й українському дискурсі приділяється достатньо велика увага. Книга британської мистецтвознавиці К. Бішоп (Claire Bishop) «Installation Art: A Critical History» є одним із базових досліджень інсталяційного мистецтва, яке поєднує історичний огляд розвитку цього жанру з докладним теоретичним аналізом [49]. Авторка простежує становлення інсталяції від середини ХХ століття до початку 2000-х, розглядаючи середовища та хепенінги 1950–1960-х, мінімалізм, місцево-специфічні практики, критичні роботи, феміністичні проекти та «спектакулярні» інсталяції 1990-х, що заповнюють великі музейні простори. Центральною тезою Бішоп є розуміння інсталяції як мистецтва занурення, в якому глядач фізично входить у твір, втрачаючи єдину фіксовану точку зору та переживаючи простір через «активоване» багато-перспективне споглядання. Видання слугує важливим джерелом для осмислення ролі простору, часу, тілесності й інституційного контексту в інсталяційному мистецтві та широко використовується як теоретична основа в дослідженнях сучасних скульптурно-просторових практик.

Монографія Юліани Ребентіш (Juliane Rebentish) є фундаментальним філософсько-естетичним дослідженням інсталяційного мистецтва «Aesthetics of Installation Art», де переосмислено поняття естетичної автономії в контексті практик після 1960-х років [126]. Авторка доводить, що інсталяція не заперечує автономію мистецтва, а радше вимагає її переосмислення через призму досвіду взаємодії між твором і глядачем. Інсталяційне мистецтво проаналізовано через класичні категорії форми, простору, часу, медіума й театральності. Показано як ці параметри змінюються в умовах місцево-специфічності, інтермедійних і політично ангажованих практик. Особливу увагу приділено феномену «театральності», що розглядається як продуктивна модель відносин суб'єкта й

об'єкта, а не як загроза «чистій» формі. Ребентіш пропонує розуміти естетичний досвід інсталяції як процесуальну, контекстуально зумовлену подію, у якій художній твір виявляє свою критичну, етичну й політичну потенцію через саморефлексію умов власного існування. Видання є важливим теоретичним підґрунтям для дослідження сучасних скульптурно-просторових інсталяцій, зокрема у питаннях взаємодії глядача з простором, меж медіуму та автономії мистецтва.

Серія робіт української мистецтвознавиці Д. Чембержи присвячена «мистецтву інсталяцій» – опису творів мистецтва, розміщеним у тривимірному просторі. Вона аналізує значення мистецтва інсталяції для формування та розвитку напряму «contemporary art» у світі та в Україні [31]. Авторка розкриває специфіку інсталяції як просторово-часової форми, що поєднує об'єкт, середовище й глядача в єдиній комунікативній системі, підкреслюючи її здатність трансформувати сприйняття публічного й виставкового простору. Простежуються ключові етапи становлення інсталяції в західному мистецтві кінця ХХ – початку ХХІ ст., а також основні тенденції її розвитку в українському контексті, зокрема вплив світових інсталяційних практик на локальні художні процеси. Зроблено висновок, що інсталяція виступає одним із провідних інструментів актуалізації сучасних культурних, політичних і суспільних проблем. Також Д. Чембержі здійснює комплексний аналіз інсталяційних проєктів в Україні як особливого явища сучасного мистецтва та інструменту візуалізації ідей у культурному просторі [32]. Вона простежує витоки, етапи й типологію інсталяційного руху, окреслюючи періодизацію його розвитку та виокремлюючи четвертий, сучасний етап активізації інсталяційних практик.

Сучасні виклики екологізації та цифровізації у розвитку архітектурно-ландшафтного середовища спонукають науковців розглядати теоретико-методичні засади формування інноваційних процесів у цій галузі. Українські дослідники С. Остапенко, К. Харченко та Л. Остапенко окреслюють проблематику інноваційного розвитку середовища крізь призму екологічних, енергоефективних, соціальних та економічних аспектів, підкреслюючи

необхідність зменшення ресурсоспоживання, впровадження нових технологій та орієнтації на якість життя населення [20]. Запропоновано систему принципів формування інноваційного архітектурного середовища, серед яких – сталий розвиток, енергоефективність, екологічна безпека, соціальна інклюзивність, адаптивність, гнучкість просторових рішень та інтеграція інноваційних технологій у будівництво й експлуатацію об'єктів. Окремо акцентовано увагу на необхідності врахування потреб різних соціальних груп і забезпечення безбар'єрності, а також на зв'язку інноваційних підходів з оновленням інфраструктури та модернізацією будівельної галузі. У висновках наголошено, що реалізація окреслених принципів створює підґрунтя для гармонійного, екологічно відповідального й соціально орієнтованого розвитку архітектурно-містобудівного середовища в умовах інноваційної трансформації.

У статті колективу авторів Вей Венцзюнь, В. Кутателадзе та Н. Трегуб проаналізовано особливості інноваційного дизайну скляних мостових споруд Китаю в контексті сучасних тенденцій архітектури й ландшафтного середовища [4]. Об'єктом дослідження є пішохідні скляні мости в туристичних і рекреаційних локаціях КНР, предметом – їхні композиційні, конструктивні та естетичні принципи формування. Автори систематизують типологію скляних мостів (підвісні, аркові, консольні, кілька-рівневі), простежують взаємозв'язок між інженерними рішеннями сталевих-скляних конструкцій, використанням прозорості й відбиттів та емоційним впливом на відвідувачів. Особливу увагу приділено ролі скляних настилів і огорожень у формуванні відчуття ризику, «польоту» над прірвою й панорамного огляду, а також використанню світлодіодного підсвічування й інтерактивних ефектів у нічному образі мостів. Важливим статті є введення у науковий обіг терміну «архітектурно-дизайнерський ансамбль», в якому наголошується на гармонічній цілісності комплексу об'ємно-просторової структури будівель, інженерних споруд, арт-об'єктів, творів мистецтва в природному ландшафтному просторі. Стаття містить узагальнені рекомендації щодо застосування досвіду китайських скляних мостів у проектуванні інноваційних пішохідних споруд і туристичних маршрутів, що робить її корисною

для подальших досліджень у галузі архітектури, ландшафтного та середовищного дизайну.

У дослідження творчості низки провідних скульпторів 60-х років ХХ століття мистецтвознавиця А. Білик звертає увагу на реалізацію комунікативних потреб сьогодення, широке застосування нових матеріалів, серійність, гігантизм, масштабність, грайливість, гумор [2]. Польська науковиця Е. Блотницька-Мазур (Elżbieta Wlotnicka-Mazur) розкриває історію проведення першої Бієнале Просторових Форм в Ельблонзі, місті у Східній Польщі у 1965 році [50]. Організатори виставки знайшли баланс між художньою свободою та політичними обмеженнями, та зробили одну з найбільших на той час експозицій великих металевих скульптур в Європі.

Метафори виводять скульптуру за межі фізичної форми та роблять її носієм глибшого сенсу. З цієї точки зору розглядається семантика художньої інсталяції «Агора», створеної Магдаленою Абаканович у статтях Д. Дабровської (*Dorota Dąbrowska*) [63] і А. Білір (*Aishe Bilir*) [46]. Метафоричний зміст жахів війни, закарбованих в дитячій пам'яті художниці, орквивається у недбалих та грубих, із напруженими текстурами, формах людського тіла.

Символізм в архітектурному середовищі досліджується як засіб вираження абстрактних ідей та формування ідейно-художнього змісту будівель і просторів у статті К. Харченко, Т. Гребінник і Д. Капленко [28]. Автори окреслюють теоретичні підходи до розуміння архітектурного символу, аналізують його функції у структурі середовища та розглядають взаємозв'язок символічних форм із історичним контекстом, національною культурою й колективною пам'яттю. На основі аналізу прикладів вітчизняної та світової архітектурної спадщини показано, як символи й знакові мотиви підсилюють емоційне сприйняття простору, підкреслюють статус об'єктів і забезпечують їх пізнаваність. Підкреслюється, що використання символічних образів в архітектурному середовищі створює додатковий комунікативний рівень між будівлею та користувачем, сприяє формуванню індивідуальності місця та збагаченню культурного ландшафту міста. У висновках наголошено на актуальності

подальшого осмислення символізму як важливого інструмента концептуального проектування, здатного поєднувати сучасні архітектурні рішення з ціннісними й духовними орієнтирами суспільства

На можливостях виражальних засобів металевої пластики в дизайні загострюють увагу такі китайські науковці, як Чень Сі [172], Ін Чжисін (Yin Zhixin, 尹智欣) [166], Сунь Сюефенг (Sun Xuefeng, 孙雪峰) [170], Чжао Інцзянь (Zhao Yingjian) [163], Юн Ван (Yun Wang) [155], Лю Цзяньбін (Liu Jianbin, 刘建斌) [168]. Ці дослідження спрямовані на пошук нових конотацій у формі, емоціях і ідеології; засвоєнню нових процесів у плавці та литті. Лю Дачжі (Liu Dazhi) розглядає металеві скульптурні форми, створені у поєднанні з деревом [100]. Він оцінює ці поєднання як такі, що мають сильну художню привабливість і виразність. Порівняльний аналіз застосування матеріалів традиційної та сучасної скульптури проводить китайський дослідник Цзінь Ло (Jin Luo) [102].

Іспанські науковці Р. Залая (Ricardo Zalaya) та Х. Баррало (Javier Barallo) пропонують поняття так званої «*математичної скульптури*». До цієї групи вони відносять всі скульптури, для яких застосування математики стає важливим у їхньому задумі, дизайні, розробці або виконанні. Вони пропонують дев'ять категорій для математичної скульптури: I. Поліедри та класична геометрія, II. Неорієнтовані поверхні, III. Топологічні вузли, IV. Квадрики та правлені поверхні, V. Симетричні та модульні структури, VI. Булеві операції, VII. Мінімальні поверхні, VIII. Перетворення, IX. Інші [160]. Питаннями створення металевих скульптур на основі тривимірного графічного формоутворення займається колектив Університету в Галаці, Румунія [111]. Також алгоритм створення та модифікації цифрових моделей на основі фізичних абстрактних скульптур представляють дослідники Бумевуртського університету Великобританії. Вони створили спеціалізовану комп'ютерну мову HyperFun, яка полегшує розробку нових форм складних геометричних моделей [39].

Дотичною до теми даного дослідження є стаття української мистецтвознавиці М. Ковальової із співавторами, в якій досліджено цифрову

еволюцію мистецтва в контексті становлення й розвитку метамодернізму як нової культурної парадигми, що постає у відповідь на всеохопну комп'ютеризацію та проникнення цифрових технологій у повсякденне й творче життя [92]. Особливу увагу приділено впливу цифрових технологій, зокрема VR, AR та змішаної реальності, на трансформацію художніх практик і формування нових форматів взаємодії між митцем, твором і глядачем у цифровому середовищі. Методологічною основою дослідження є теоретико-літературний, культурно-історичний, описовий та компаративний аналіз українських і зарубіжних джерел, спрямований на виявлення актуальних тенденцій розвитку цифрового й метамодерного мистецтва. У результаті окреслено провідні напрями еволюції цифрового мистецтва в Україні та світі, а також виявлено найближчі тенденції розвитку філософії метамодернізму в українському художньому полі.

Продовження досліджень про вплив цифрової революції на творчість у сучасному мистецтві, але вже крізь призму технологічних змін, інтерактивності та віртуальної естетики як ключових чинників трансформації художніх практик здійснює українська дослідниця С. Борисова зі співавторами [53]. Метою цієї роботи є комплексний аналіз того, як цифровізація змінює способи створення, репрезентації та сприйняття мистецьких творів, а також структуру взаємодії між митцем і глядачем у цифровому середовищі. Автори, спираючись на контент-аналіз наукових досліджень і сучасних арт-практик, окреслюють спектр цифрових технологій (VR, AR, AI, інтерактивні платформи), що розширюють можливості креативної виразності та відкривають нові форми соавторства глядача. Показано, що інтерактивність перетворює реципієнта з пасивного спостерігача на активного учасника творчого процесу, а віртуальна естетика формує нові модули емоційного занурення, які виходять за межі традиційних медіумів. У висновках наголошено, що цифрові технології не лише змінюють технічні засоби художньої діяльності, а й переосмислюють саму природу творчості, її комунікативні моделі та культурні смисли, задаючи перспективні вектори подальшого розвитку сучасного мистецтва.

До обчислювальних інструментів дизайнери привертали увагу ще в середині 1990-х років, коли розвивалися цифрові методи проєктування. Термін «параметризм» запропонував П. Шумахер (*Patrik Schumacher*), співзасновник студії *Zaha Hadid Architects*, у 2008 році. Він визначив параметризм як систему, в якій всі архітектурні елементи параметрично пов'язані, завдяки чому досягається гнучкість і адаптивність форми. Зараз вже існують дослідження історії параметричного дизайну [119] та уніфікації термінології обчислювального дизайну [19].

Китайський дослідник Цзямао Лю (*Jiamao Liu*) розкриває можливості створення скульптур методом *3D-друку* [89]. Він наголошує на тому що такий спосіб суттєво підвищує ефективність роботи працівників скульптурного мистецтва. Але при цьому автор наголошує на деяких обмеженнях, таких як розмір друку та матеріали.

Також до теми *3D-друку* звертається З. Алфьорова з колективом українських авторів, які здійснюють комплексний аналіз сучасних підходів до застосування *3D-технологій* в архітектурі та дизайні, що зумовлено потребою оптимізації як процесів проєктування, так і безпосереднього зведення об'єктів [37]. Автори окреслюють основні тенденції розвитку тривимірного друку, порівнюють ключові технології та технічні засоби, виокремлюючи їх переваги й недоліки у контексті створення архітектурних структур різного типу. На основі узагальнення міжнародного досвіду зроблено висновок, що технологія тривимірного друку будівель і споруд має критичні переваги (швидкість, можливість ускладнення форми, ресурсоефективність), але супроводжується низкою обмежень, що потребують подальших досліджень. Перспективи подальших наукових розвідок пов'язані з емпіричним аналізом практик використання *3D-технологій* в архітектурі та дизайні й уточненням їхнього впливу на формування нових архітектурних трендів.

1.2. Методи дослідження

Історико-культурний метод у дослідженні металевих об'єктів просторової пластики це метод реконструкції естетичних програм, художніх рухів, політичних і ідеологічних умов, у межах яких формуються авторські концепції та типи форм. Застосування методу включає виявлення джерел образності та простеження, як вони детермінують масштаб, характер пластики, вибір матеріалів і технологій у металевих об'єктах просторової пластики. Важливим аспектом є співвіднесення творчості конкретних авторів з локальними та міжнародними культурними процесами, інституційними рамками, що дозволяє пояснити появу певних типів металевих об'єктів – від монументальних конструкцій до мінімалістичних геометризованих структур. Завдяки цьому історико-культурний метод дає змогу не лише описати формальні риси металевої просторової пластики, а й інтерпретувати їх як візуальне відображення конкретних соціокультурних ситуацій та ціннісних орієнтирів епохи.

Для публічних об'єктів із металу *формально-стилістичний аналіз* зосереджується на тому, як об'ємно-просторова структура та стильові прийоми працюють у відкритому міському чи ландшафтному середовищі. Він охоплює вивчення масштабу щодо фігури людини й забудови, конфігурації об'ємів і порожнин, характеру силуету на тлі неба та горизонту, ритміки елементів у пішохідних маршрутах, а також організації огляду. У контексті публічного простору формально-стилістичний підхід дозволяє зіставити металеві скульптури та інсталяції з ключовими течіями ХХ століття, простежуючи, як їхні принципи адаптовані до масштабу міста. Окрему увагу приділено аналізу взаємодії форми з рухом глядача, світлом і атмосферними ефектами, що особливо важливо для металу як матеріалу з виразною фактурою та відбивною здатністю.

Естетичний та феноменологічний аналіз зосереджений на тому, як метал, фактура, колір, масштаб та спосіб розміщення в просторі породжують специфічний естетичний досвід – від піднесеного та монументального до

інтерактивного чи ігрового. Феноменологічний компонент аналізу орієнтований на опис «життєвого досвіду» глядача, тобто на те, як об'єкт «з'являється» у свідомості спостерігача в часі. У цьому ракурсі металевий об'єкт розглядається як центр естетичного поля, що структурує навколишній простір і включає глядача в ситуацію, коли не лише людина «дивиться на скульптуру», а й сама скульптура, завдяки своїй масі, блиску, пластичному жесту, ніби спрямовує погляд та рух реципієнта. Такий аналіз дозволяє фіксувати й інтерпретувати ефекти занурення, напруження, дискомфорту чи гармонізації, які виникають під час контакту з металевою просторовою пластикою, та пов'язувати їх із закладеними художником естетичними стратегіями.

Концептуальний та семіотичний аналіз передбачає розгляд металевого об'єкту просторової пластики як «тексту» публічного простору: виявлення базової концепції та того, як вона кодується через вибір матеріалу, тип форми, композиційну побудову й інтеграцію в середовище. Семіотичний підхід зосереджується на аналізі набору знаків і символів – від очевидних до абстрактних, які працюють як візуальні метафори й маркери ідентичності місця.

Просторово-архітектурний аналіз передбачає системне вивчення розміщення металевих об'єктів просторової пластики в архітектурному контексті: тип простору, характер взаємодії зі забудовою та пішохідними потоками, роль об'єкту як домінанти, акценту чи «вузла» маршруту. Центральним є аналіз масштабних співвідношень – між висотою й об'ємом металевого об'єкта, людською фігурою та навколишніми будівлями. Врахування середовищних чинників включає дослідження природного й штучного освітлення, тіней, фону, а також кліматичних і акустичних умов, які підсилюють або, навпаки, «глушать» пластичну виразність об'єкта.

Архівно-документальний метод передбачає залучення каталогів персональних і групових виставок, симпозіумів, конкурсів паблік-арту як джерел точних даних про авторів, дат створення, матеріалів, розмірів, варіантів монтажу. Аналіз експлікацій, бріфів, прес-релізів, авторських портфоліо дозволяє

реконструювати первісні концепції, завдання проєктів, інституційні рамки, а також виявити, як самі митці й куратори означають металеву пластику в термінах стилю, типу форми, функції в просторі. Фотозображення й відео-фіксація виступають візуальними документами, що дозволяють відтворити первинне розташування об'єкта, його взаємодію з середовищем і публікою, а також простежити подальші трансформації чи переміщення.

Технологічний аналіз охоплює ідентифікацію типу металу та сплаву, оцінку їхніх фізико-механічних властивостей, які прямо впливають на можливий масштаб, товщину елементів, тип опор і спосіб монтажу об'єкта. Важливим компонентом є аналіз конструктивної схеми: наявність внутрішнього каркаса чи монолітності, тип з'єднань, робота поверхні як оболонки або як несучого елемента, що дозволяє оцінити стійкість і довговічність просторової структури. Технологічний аналіз також передбачає виявлення конкретних технік виготовлення та з'ясування, як саме вони формують характер пластики, фактуру та деталізацію форми. Окремо враховуються захисні й оздоблювальні операції, які забезпечують експлуатаційні властивості металевих об'єктів у публічному просторі.

Окрім загально визначених методів у даній роботі застосований авторський *типологічний критерій* у межах формально-стилістичного та технологічного аналізу, який не є самостійним методом, але спирається на загальний дискурс про взаємодію традиційних і сучасних технік і технологій дизайну металевих об'єктів просторової пластики – поділення їх на дві чіткі групи: новітні форми, яких не існувало раніше, та сталі форми ХХ століття, модернізовані сучасними технологіями.

Дані методи дослідження дозволили зробити комплексну оцінку формально-естетичних характеристик металевих об'єктів просторової пластики визначеного періоду.

1.3. Поняттєвий апарат металевої просторової пластики

Розмаїття просторової пластики першої чверті ХХІ століття змушує нас проаналізувати визначення як сталих, укорінених визначень у мистецтвознавстві, дотичних до даної теми, так і провести аналіз новітніх термінів, які тільки нещодавно увійшли в науковий обіг. Перші визначення стосуються назви даної роботи.

Просторова металева пластика – це різновид тривимірного пластичного мистецтва та дизайну, у якому художня форма створюється переважно з металу, або з його домінуванням у матеріальній структурі об'єкта, та розгортається в реальному просторі як об'ємно-просторова композиція, що організує та моделює навколишнє середовище. Така пластика охоплює як скульптури, так і інсталяції, а також гібридні між ними форми, де конструктивні й фізичні властивості металу визначають характер формотворення, взаємодію маси та порожнечі, а також спосіб включення об'єкта в архітектурний чи ландшафтний контекст.

Дизайн металевих об'єктів просторової пластики – це цілеспрямований проєктний процес створення й формування тривимірних металевих об'єктів, в тому числі скульптур, якщо вони проєктується з урахуванням сценаріїв користування середовищем, мають додаткову функцію (навігаційну, маркерну, середовищевірну, інтерактивну), або включають типовий для дизайну набір обмежень (технічні, нормативні, експлуатаційні, бюджетні, запит замовника тощо). В цих об'єктах художня образність поєднується з вимогами функціональності, безпеки, технологічності та інтеграції в просторове середовище. Спираючись на конструктивні й візуальні властивості металу, дизайн цих об'єктів – скульптур, інсталяцій, гібридних форм, охоплює розробку форми, масштабно-просторових відносин, матеріально-технологічних рішень і взаємодії об'єкта з архітектурним або ландшафтним контекстом, забезпечуючи цілісну естетичну та середовищотворчу дію таких об'єктів.

Формально-естетичні засоби дизайну – це сукупність візуально-композиційних інструментів, за допомогою яких у процесі

проектування організовується форма об'єкта, його образ і виразність, сприймані передусім через зорові властивості. До таких засобів належать форма, пропорції, масштаб, силует, лінія, колір, світло й тінь, фактура, матеріал, композиційні характеристики тощо, які в різних поєднаннях забезпечують естетичну цілісність і виразність дизайн-об'єкта.

Можливо найбільш лаконічне узвичаєне визначення скульптури надається в енциклопедії Britannica: «Скульптура – вид мистецтва, в якому тверді або пластичні матеріали обробляються для створення тривимірних художніх об'єктів» [131]. Визначення абстрактної скульптури, яке буде часто зустрічатися надалі по тексту, окрім навчальних ресурсів з історії та теорії мистецтва надається у спеціалізованих оглядах з історії абстрактної скульптури. Одне з них: «Абстрактна скульптура не імітує та не відтворює безпосередньо конкретний образ об'єктивної речі, а виражає внутрішні концепції через трансформовану форму, лінію, об'єм і простір» [159].

Українська мистецтвознавиця Д. Чембержі досліджує роль і місце мистецьких інсталяцій в сучасному світі. Вони описуються цією авторкою через сукупність ознак: створення багатовимірного простору; максимальний вплив на глядача; формування ілюзорного світу [35]. Одним із узагальнених лаконічних визначень інсталяції є наступне: «Інсталяція – практика, що передбачає конфігурацію об'єктів у просторі, де сукупність об'єктів і простору утворює твір мистецтва» [84]. Інсталяції, а також сучасні скульптури часто виставляються у певних локаціях, де об'єкти залежать від архітектурних, просторових, історичних або соціокультурних характеристик цього місця. Одне із актуальних визначень місцево-специфічності: «Місцево-специфічний (site-specific) твір – мистецька інтервенція, спеціально розроблена для конкретного місця та яка взаємодіє з ним; твір створюється виключно для того, щоб вписатися в це середовище, та його ідентичність тісно пов'язана з обстановкою» [136].

Також стосовно інсталяцій доречно виділити поняття «скульптурної інсталяції», теоретичний контекст для якої був наданий британською мистецтвознавицею К. Бішоп. Вона визначає інсталяційне мистецтво в опозиції

до традиційної скульптури й тим самим окреслює зміст даного поняття, коли скульптурні елементи зібрані та розміщені для створення всеосяжного просторового досвіду. Спираючись на це формулювання, можна передати таке робоче визначення: *Скульптурна інсталяція* – це різновид інсталяційного мистецтва, у якому тривимірні об'єкти (скульптурні елементи) організовано в єдине просторове середовище, що сприймається як цілісна «ситуація», у яку глядач фізично входить і яку має розглядати як єдину тотальність, а не як сукупність окремих скульптурних творів [57]. Також можливе використання терміну «скульптура-інсталяція», визначення якого, узгоджене з Д. Чембержі має вигляд: «*Скульптура-інсталяція* – це різновид мистецтва інсталяції, в якому штучно створене середовище (умовний, часто театралізований простір) формується переважно за допомогою скульптурних або скульптурно трактованих тривимірних об'єктів, розміщених у певному просторі так, щоб досягти максимального візуально-емоційного впливу на глядача й актуалізувати соціокультурні смисли» [35].

Технологічні терміни параметричного дизайну, що розглядається нами як основа технічного та технологічного зсуву у виробництві сучасних металевих об'єктів просторової пластики наступні:

– *генеративний дизайн*: використання алгоритмів, коли автор задає лише початкові параметри, а програма обчислює непередбачувану форму через кілька ітерацій, автоматично генеруючи та оптимізуючи варіанти на основі заданих критеріїв;

– *структурна оптимізація*: застосування алгоритмів розрахунку навантажень, зазвичай із використанням скриптів, що аналізують варіанти для знаходження найкращого рішення; в дизайн конструкцій можуть інтегруватися симуляції з еволюційними алгоритмами, які дозволяють змінювати форму поступовим шляхом через регулярні коригування параметрів навантажень;

– *алгоритмічний дизайн*: створення форми за допомогою математичних або програмних алгоритмів, що забезпечує чіткий контроль і відстеження залежності між кодом і кінцевою формою на кожному етапі проектування;

– *інформаційне моделювання будівель (Building Information Modeling, BIM):* процес створення та управління інформацією про будівельний об'єкт протягом усього його життєвого циклу; цей процес у цьому випадку взаємодіє з алгоритмічним дизайном, який породжує геометрію та дані;

– *середовищне моделювання:* враховує зовнішні параметри (природні умови, звуковий фон, поведінку відвідувачів) і переводить їх у дизайн конструкції (зміна форми, освітлення тощо) через адаптивну систему керування;

– *адаптивна геометрія:* використовується для розробки форми гнучкої параметричної моделі, яка може перебудовуватися під зовнішні параметри або підлаштовуватися до них, наприклад до ландшафту, на завершальному етапі проєктування.

Антропоморфізм – наділення предметів і явищ природи, небесних тіл, тварин, міфічних істот зовнішністю та фізичними властивостями людини [1].

Біоморфізм моделює художні елементи дизайну на природних візерунках або формах, що нагадують природу та живі організми. У таких творах форми моделюються за природними структурами або мають обриси, схожі на живі організми [48].

Висновки до першого розділу

1. Сукупність проаналізованих праць демонструє, що сучасний науковий дискурс про металеву просторову пластику розвивається у кількох взаємопов'язаних напрямках: філософсько-теоретичне уточнення базових понять (скульптура, монументальність, абстракція), концептуалізація їхньої репрезентативної та соціокультурної функції в публічному просторі, історико-мистецька реконструкція розвитку абстрактної та геометричної скульптури в різних національних контекстах (європейському, українському, китайському, латиноамериканському), а також техніко-естетичне осмислення новітніх формотворчих можливостей металу – від математичного моделювання й 3D-друку до цифрової візуалізації та віртуальних середовищ. Попри широту

проблематики, у цьому полі бракує спеціальних досліджень, що поєднали б філософсько-естетичні, типологічні та технологічні аспекти саме європейських металевих об'єктів просторової пластики першої чверті ХХІ століття, що й окреслює нішу та новизну даного дослідження.

2. Запропонований комплекс методів утворює цілісну багаторівневу модель аналізу металевих об'єктів просторової пластики. Історико-культурний підхід забезпечує реконструкцію контекстів і дозволяє тлумачити формальні рішення як відображення соціокультурних ситуацій та цінностей епохи. Формально-стилістичний та просторово-архітектурний аналізи фіксують специфіку об'ємно-просторової структури й стилістичних впливів у реальному міському середовищі. Естетичний та феноменологічний підходи зосереджують увагу на досвіді сприйняття, виявляючи емоційні та перцептивні ефекти взаємодії глядача з металевою пластикою. Концептуальний та семіотичний аналізи дають змогу інтерпретувати ці об'єкти як знаково-символічні «тексти» публічного простору. Архівно-документальний та технологічний аналізи забезпечують емпіричну й інженерно-конструктивну основу дослідження, пов'язуючи художню форму з матеріалом, техніками й інституційними умовами. Запроваджений авторський типологічний критерій поділу об'єктів на новітні форми та модернізовані сталі форми уточнює формально-стилістичний та технологічний аналізи, дозволяючи виокремити специфіку пластики першої чверті ХХІ століття. Сукупне використання цих підходів уможливило комплексну оцінку формально-естетичних характеристик металевих об'єктів просторової пластики обраного періоду.

3. У розділі «Поняттєвий апарат металевої просторової пластики» сформовано цілісну систему базових дефініцій, яка дозволяє розглядати сучасні металеві скульптури, інсталяції та гібридні форми одночасно у вимірах мистецтва й дизайну, з урахуванням їхньої просторової, функціональної та технологічної специфіки. Визначено ключові поняття – «просторова металева пластика», «дизайн металевих об'єктів просторової пластики», «формально-естетичні засоби дизайну», «скульптура-інсталяція», «скульптурна інсталяція», «site-specific твір»,

антропоморфізм, біоморфізм – що фіксують перехід від традиційних уявлень про скульптуру до комплексних просторових середовищ і об'єктів, інтегрованих у архітектурно-ландшафтний контекст. Окреслено також коло технологічних понять параметричного дизайну, які відображають зсув у напрямку алгоритмічного формотворення та цифрового виробництва, що істотно впливають на морфологію й естетику металевих об'єктів. Сукупність цих дефініцій створює методологічне підґрунтя для подальшого аналізу формально-естетичних засобів і естетичних принципів дизайну металевої просторової пластики у наступних розділах дисертації.

РОЗДІЛ 2.

ДИЗАЙН МЕТАЛЕВИХ ОБ'ЄКТІВ ПРОСТОРОВОЇ ПЛАСТИКИ ЄВРОПИ У XX-XXI СТОЛІТТІ

У розвитку європейського мистецтва та дизайну металевих об'єктів просторової пластики другої половини XX – початку XXI століття доцільно виокремити низку послідовних етапів, які відрізняються стилістичними особливостями, технологічними можливостями та концептуальними підходами. Цей процес мав нерівномірний характер і корелював з історичними трансформаціями суспільства, що зумовлювали зміни художньої парадигми мистецтва.

У першій чверті XXI століття відбувається якісно новий етап розвитку металевих об'єктів просторової пластики. Також змінилися культурні, соціальні та екологічні пріоритети, завдяки чому металеві скульптури та інсталяції інтегруються в архітектуру та ландшафт. В цій ситуації важливо проаналізувати сучасні формотворчі стратегії створення цих об'єктів. Аспектом, який можна висунути на перше місце за важливістю, є вплив сучасних технологій першої чверті XXI століття на дизайн металевих об'єктів просторової пластики. Завдяки ним металеві структури набувають форм, раніше недосяжних у дизайні та мистецтві. Розрахування геометрії за допомогою комп'ютерного моделювання та алгоритмічного дизайну великої обчислювальної складності забезпечило матеріалізацію неевклідових та складно-топологічних форм металевих об'єктів просторової пластики. Такі форми не мають прямих історичних аналогів, оскільки їх геометрія та поведінка залежать від алгоритмів, сенсорики, роботизованого формоутворення.

Другий кут розгляду безпосередньо витікає з попереднього питання – поява новітніх форм металевої пластики, розгалужена система яких переводить зафіксовані об'єми у змінне поле, процес або сценарій руху. Сучасна скульптура дедалі більше розглядається в контексті простору її локалізації, маса металевих

інсталяцій розчинюється в мережі ліній та дрібних елементів. Відшліфовані металеві поверхні стають екранами, віддзеркалюючи оточуюче середовище, що робить необхідним розглядати пластику об'єктів з точки зору часу й просторової організації.

Ще одним, третім аспектом аналізу виступає трансформація усталених форм металевої пластики під впливом новітніх технологій. Класичні жанри металевих об'єктів зазнають іноді глибоких трансформацій. За допомогою сучасних технологій вони стають полем для експериментів із порожниною, фрагментацією, дзеркальністю. Ці форми стають складовою складного діалогу з глядачем у громадському просторі, діалогу між модерністською традицією та сучасними технологічними викликами.

2.1. Етапи становлення та розвитку металевої просторової пластики від 1960-х років до початку ХХ-го століття

Розквіт металевих об'єктів просторової пластики 1960-х років. Радикальні експерименти в просторовій пластичності Європи 1960-х років були зумовлені геополітичним контекстом Холодної війни. Поділ європейських країн на ідеологічні блоки створив два відмінних вектори розвитку мистецтва: свобода формальних експериментів у Західній Європі та ідеологічний контроль – у Східній. Останні були вимушені приховувати свої авангардні ідеї, адаптуючи їх до вимог офіційної естетики. В цей період активно застосовуються абстрактні та мінімалістичні геометричні форми. З'являються нові матеріали промислового походження: нержавіюча та кортенова сталь. Вони набувають популярності в скульптурі, а також в інженерних проектах. Художники експериментують зі зварним залізом, листовим металом та металобрухтом. Скульптурні твори частіше експонуються не як ізольовані об'єкти, а як просторові ансамблі в межах галерей, що свідчить про перехід до інсталяційного мислення.

Показовим прикладом цих процесів є творчість Ентоні Каро, який у Великій Британії створював великі абстрактні «скульптури без постаменту» зі зварених

нетрадиційних матеріалів, часто металообробку. На Венеційській бієнале 1966 року його пофарбовані у радикальні кольори конструкції розміщувались безпосередньо на підлозі, залучаючи глядача до взаємодії з простором навколо. Така експозиція вже може розглядатися як інсталяція, оскільки вона формувала цілісне просторове середовище [54]. Альтернативний напрям розвитку металевої пластики пов'язаний із французьким рухом «Новий реалізм» (*Nouveau Réalisme*). Його учасник Чезар Балдаччіні радикально переосмислює традиційне поняття скульптурної форми. З 1960-го року він створює серії скомпресованих автомобілів і інших об'єктів споживчої культури, в яких художнє формоутворення реалізується через деформацію готових предметів під гідравлічним пресом [72]. Інший варіант роботи з металом застосували міжнародно визнані каталонські скульптори Едуардо Чілліда та Хорхе Отейза, які вписували свої твори в міське та природне середовище [117]. Спираючись на іберійську традицію кованого заліза, вони досліджували взаємодію мас та порожнечі (негативного простору) у великих абстрактних конструкціях, зокрема із кортенової сталі. За словами Едуардо Чілліди: «Простір можна порівняти з подихом, який змушує форми згинатися та повертатися, який відкриває в них простір бачення. Для мене це не щось абстрактне, а тілесна реальність, така ж реальність, як і об'єм, що його містить» [156, с. 4]. Окремим явищем 1960-х років стали кінетичні металеві об'єкти Жана Тенглі, які він називав «метамеханіка». Через їх ірраціональний рух і механічну нестабільність відображався дух технологічної епохи. Ці роботи започаткували «кінетичну революцію» в скульптурі ХХ століття [112].

Таким чином, основними ознаками у розвитку просторової металопластики 1960-х років можна визначити такі характеристики: суттєве розширення матеріальної бази через впровадження індустріальних металів; нова просторова логіка через формування інсталяційного підходу до експонування скульптурних ансамблів; збагачення технологічних практик завдяки застосуванню компресії та зварювання металів; затвердження нових концептуальних напрямків, зокрема абстракції, кінетизму, досліджень негативного простору.

Концептуальні та середовищні експерименти 1970-х років. Політичне тло 1970-х років – антивоєнні настрої та контркультурні рухи, що вимагали демократизації мистецтва. Ці тенденції знайшли вираження у творчості італійського мистецького руху «Arte Povera», представники якого критикували капіталізм і комерціалізацію мистецтва, використовуючи так звані «бідні» матеріали, в тому числі знайдені металеві предмети, у своїх просторових інсталяціях [153]. Зокрема, вони протистояли впливу американського мінімалізму, що активно втручався тоді у європейських мистецький простір. Під тиском цих рухів скульптори починають виходити за межі музеїв. У цьому контексті виник термін «місцево-специфічний» (*site-specific*) проєкт – конструкція або інсталяція, що є нерозривною частиною міського простору, або природного ландшафту. Увага художників зосереджується на осмисленні соціального простору та формуванні нової просторової мови. В 1970-ті роки продовжуються експерименти з абстрактною металевою пластикою, водночас спостерігається суттєве розмивання меж між мистецькими жанрами та утвердження ідеї відносності художніх цінностей.

Завдяки творчості американських скульпторів Річарда Серри, Волтера де Марії, Карла Андре та інших на європейську культуру через виставки «Documenta» у Касселі (Німеччина) та європейські комісії скульптура стала сприйматися як просторова подія. Показовими є масштабні проєкти Річарда Серри, який створював вигнуті монументальні форми з грубих листів кортенової сталі, переважно для відкритого простору. Перебування глядача всередині скульптури змінювало його сприйняття простору, а взаємодія з ним визначалася власним рухом і фізичною присутністю [70]. Дедалі активніше використовуються індустриальні локації, в межах яких розкривається художній потенціал металу в урбаністичному ландшафті. Наприклад, у австрійському місті Лінц у 1976 році відбувся виставковий проєкт «Форум Металу» (*Forum Metall*). Вздовж Дунаю була встановлена низка скульптур із сталі, чим було започатковано традицію тривалих публічних інсталяцій на індустриальних територіях. У цих технологічно складних проєктах використовувались промислові метали – сталь і алюміній,

часто в поєднанні з бетоном, склом, електронікою [71]. В цей період утверджується також нова мова монументальної металевої мінімалістичної скульптури, заснованої на математичних принципах. Її піонером вважається французький скульптор Бернар Венет, який створює математично точні модульні сталеві композиції [129]. Кожна серія його робіт виражає різні уявлення про математику порядку проти хаосу. У Східній Європі кінця 1060-х – початку 1970-х років відбувалася Бієнале просторових форм в Ельблонгу (*Elbląg*), Польща, за підтримки місцевих галерей та машинобудівного заводу «Zamech». Кілька десятків композицій зі зварної сталі було виготовлено художниками соціалістичного блоку, та розміщено на вулицях міста просто неба, перетворивши його на галерею. Вони демонстрували синтез мистецтва та промислової техніки [52]. Польські авангардисти з галереї «Foksal» почали включати в експозиції готові об'єкти, в тому числі металеві.

Основні ознаки металевої пластики 1970-х років: металеві об'єкти стають засобом соціального та політичного висловлювання; скульптура перетворюється на просторову подію, що вимагає фізичної взаємодії глядача з об'єктом; трансформація від галерейного простору до природного та міського середовища через формування місцево-специфічних проєктів; модульність і математична точність монументальних абстракцій як новий підхід до формоутворення.

Посилення образності 1980-х років. Доступність нових сплавів, розвиток технологій різання та зварювання металів, а також становлення економічного добробуту в Західній Європі обумовили реалізацію складних інженерних задумок і меценатську підтримку великих скульптурних проєктів. У країнах Східної Європи зниження ідеологічного контролю відкрило простір для експериментальних практик, в межах яких метал постає як носій бунтівної експресії та критики тоталітарних режимів. Відбувається відмова від відстороненого мінімалізму на користь посилення образності, іронії, наративності та поєднання різнорідних елементів. Різноманітні художні стратегії існують паралельно.

Ці процеси провадили представники центрального руху цього десятиліття – «Нова британська скульптура» (*New British Sculpture*), що виник як реакція на концептуалізм і мінімалізм попереднього десятиліття. До руху входили Тоні Крегг, Річард Дікон, Ентоні Гормлі, Білл Вудроу, Аніш Капур та інші. Творчість Тоні Крегга, митця-матеріаліста, пов'язана з емоційним сприйняттям металу, який є не пасивним засобом, а активним співучасником діалогу скульптури й глядача [40]. Його скульптурна практика викликає складні асоціації та переосмислює відношення між людьми та матеріальним світом. Річард Дікон наголошує на конструкції, що стоїть за готовим об'єктом, роблячи відкритою логіку виготовлення мистецького твору. Він експонує виступаючі елементи кріплення, залишки клею між шарами конструкцій [105]. Це є демонстрацією процесу створення як частини художнього висловлювання. Ентоні Гормлі використовує власне оголене тіло як основу для своїх скульптур, відливаючи їх в чавуні, та розміщуючи серії таких скульптур в галереях, міському просторі та природному середовищі. Металеві абстрактні просторові скульптури стають частиною публічної сфери та суспільних дебатів [73]. У серії скульптур Білла Вудроу «Вирізки» (*Cut-outs*) викинуті побутові прилади «переробляються» та стають новими об'єктами, зберігаючи свою пізнаваність і активуючи асоціації глядачів. Знайдені матеріали отримують «цікаве використання через непередбачуваність», а їхня реконтекстуалізація створює важливий нарративний елемент, що критикує надмірне споживання [47]. Німецька художниця Ребекка Хорн створювала кінетичні інсталяції з побутових предметів, які перетворювались на постійно мінливі метафори. В занедбаному дворі Мюнстера вона спорудила інсталяцію «Концерт навпаки» (*Concert in Reverse*, 1987) – серію металевих труб і дзеркал, що видавали звуки й відсиляли до теми прихованих темних історій міста [148]. У ці роки польська скульпторка Магдалена Абаканович, відома своїми текстильними скульптурами, починає працювати з твердими матеріалами. Вона створює скульптурні інсталяції з бронзи, поєднує стовбури дерев зі сталевими конструкціями, чавунні фігури, які нині розміщені по всьому світу [26]. Художниця відображає у своїх роботах пригніченість індивідуальної творчості

комуністичним режимом, осмислюючи стан культури, природи та суспільства у контексті травматичного досвіду.

Узагальнюючи, можна визначити наступні ознаки металевої пластики цього періоду: різноманітність традиційних і нових матеріалів; прозорість фабрикації; повернення до фігуративності як засобу візуалізації присутності людини; перероблення відходів як критика споживацтва; кінетичність як поетична метафора. Відбулося повне звільнення від ідеологічної чистоти мінімалізму.

Концептуалізація та інтеграція у громадський простір 1990-х років. Визначною характеристикою мистецьких процесів 1990-х років є інтернаціоналізація, зумовлена падінням «залізної завіси» після краху комуністичних режимів у Східній Європі (1989-1991). В європейському мистецтві виникли нові теми: пам'ять про тоталітаризм нацизму та комунізму, війни на Балканах 1991-2001 років, глобалізація, криза промислових регіонів і становлення «нової економіки». Ці теми відбивалися на дизайні та концепції металевих об'єктів, у яких метал ставав носієм «історичної пам'яті». В ці роки була продовжена тенденція соціальної залученості творів, коли художники почали проєктувати ситуації, в яких глядач є співучасником мистецької акції, а не пасивним спостерігачем. Увага зміщується з матеріального втілення предмета на його задум, концепцію та соціальний контекст функціонування. Ще одна тенденція 1990-х років – стирання меж між мистецтвом, дизайном та соціальним процесом, що привело до зміни функції металу від суто естетичної до комунікативної та інтерактивної.

Прикладом увічнення пам'яті про жертви нацистського терору є так звані «Каміні спотикання» (*Stolpersteine*) німецького художника Гюнтера Демніга – латунні таблички з відомостями про жертв нацизму на брукувці більше ста міст Європи [138]. Пам'ять про комуністичну тиранію, поділ Берліну та загибель людей на кордоні символізує Меморіальний комплекс «Берлінська стіна» (*Gedenkstätte Berliner Mauer*), відкритий в 1998 році. Ключовим елементом меморіалу є контур із кортенової сталі, що символізує межу, яка розділяла місто [62]. Серед десятків знакових робіт, присвячених пам'яті про тоталітаризм,

депортації та війни, можна визначити також інсталяції центрального меморіалу «Жертвам війни та тиранії» в Берліні, меморіал «Початковий жест» у Кельні та інші. Інструментами ревіталізації промислових регіонів Великої Британії стали національні фестивалі садів «Garden festivals» у Ліверпулі (1984), Сток-он-Тренті (1992) та Ебв-Вейлі (1992), де десятки металевих скульптур розміщувались просто неба, перетворюючи занедбані індустріальні території на публічні простори мистецтва [107]. Знаковим прикладом у цьому процесі є монументальна скульптура Ентоні Гормлі «Янгол Півночі» (*Angel of the North*, 1998). Це 20-метрова сталева фігура ангела, розташована на пагорбі в Гейтсхеді. Монумент, виконаний з використанням технологій зварювання великих конструкцій з кортенової сталі, втілює відразу кілька тенденцій 1990-х років: звернення до впізнаваного образу ангела як універсального символу, робота з локальним контекстом як пам'ятник промислому регіону та сміливе інженерне вирішення [98]. Іспанський (каталонський) скульптор Жауме Пленса додає в 1990-х роках до своїх сталевих і бронзових скульптур людських голів електричне світло, що збагатило їх сприйняття та додало концептуальної глибини [95]. На це десятиліття припав розквіт творчості американського скульптора шведського походження Класа Ольденбурга, а також Кошье ван Брюгген, які працювали разом. Класики поп-арту, вони жили в США, але їх збільшені повсякденні предмети до розмірів монументальних скульптур та інсталяцій можна побачити у багатьох місцях Європи. Хоча на перший погляд ці яскраві гіперболізовані скульптури здаються непов'язаними з місцем, вони завжди були ретельно продумані як «відповідь на матеріальні, культурні та естетичні умови контексту» [57]. Ентоні Каро в 1990-ті роки суттєво революціонізував своє мистецтво, перейшовши від скульптурної практики до створення абстрактних монументальних інсталяцій з архітектурним посиленням. Зварені зі сталевих листів і пофарбовані в різні кольори, ці твори демонструють розширення меж скульптури до просторових середовищ. Прикладом є його відкрита скульптура «Морська музика» (*Sea Music*), розташована на набережній в британському місті Пул [67].

Зазначені твори створили нову парадигму мистецтва металевої пластики 1990-х років, яка характеризується чотирма ключовими ознаками: монументальність об'єктів історичної пам'яті та ревіталізації регіонів; інженерні інновації як художній засіб; контекстуальна специфічність; концептуальна глибина.

2.2. Формоутворення, технології та типологія сучасної металевої скульптури

Технологічні інновації 2000–2020-х років суттєво збагатили дизайн металевих скульптур у Європі. Цифрові інструменти відкрили якісно нові можливості для формоутворення, дозволяючи створювати надскладні монументальні форми, що раніше вважалися нереалізованими або економічно невиправданими. В цьому підрозділі на прикладах сучасних європейських металевих скульптур проаналізовано основні засоби їх формоутворення. Скульптури тут характеризуються як одиничні, або компактно групові об'єкти, з чіткою власною основою, або постаментом і сприймаються як окремі тривимірні твори. Простір довкола є фоном, тому вони можуть бути перенесені в інший контекст без принципової втрати тотожності. Розгляд першої групи скульптур проводиться з акцентом на передові технології XXI-го століття, що сприяли появі нових формальних рішень, а саме: цифрове параметричне моделювання; адитивне виробництво; субтрактивні технології; холодне листове формування.

Подальші приклади скульптур доцільно розглядати не тільки як об'єкти мистецтва, а і з точки зору дизайну, оскільки в основному вони проектується з урахуванням сценаріїв користування середовищем і часто виразно «працюють» як елемент просторової організації. Тому мова дизайну середовища тут може бути цілком доречною.

До інженерного процесу створення ансамблю монументальних фігуративних сталевих скульптур-монументів – двох масштабних сталевих голів коней висотою 30 метрів «Келпі» (*The Kelpies*) шотландського скульптора Енді Скотта (*Andy Scott*), відкритих у 2014 році між містами Фолкерк (*Falkirk*) та

Гранджемут (*Grangemouth*), Шотландія, входили такі засоби параметричного дизайну, як процеси *інформаційного моделювання будівель (BIM)* та *алгоритмічного проектування* (іл. Б.2.2.1). Робота розпочалася з виготовлення міні-версії голів коней у студії, які потім були відскановані лазерами для створення точної цифрової моделі. На основі отриманих даних було розроблено параметричну модель скульптур у програмному пакеті Tekla Structures [143]. За допомогою цієї моделі було розраховано геометрію каркасу з тисячами вузлів кріплення ферм та врахована локальна кривизна елементів конструкції. Надалі до каркасу приєднували елементи з нержавіючих сталевих пластин, що були попередньо вирізані лазером. BIM-модель дозволила зменшити вагу конструкції, значно знизити вартість проекту, та прискорити монтаж.

В даному випадку цю скульптуру, і в подальшому – переважно інші, можна розглядати з точки зору дизайну, оскільки тут враховується сценарій користування середовищем – скульптура є воротами до регіону. Формально-естетичні засоби дизайну даної скульптури, та надалі всі наступні об’єкти, розглядаються окремо за параметрами: морфологія, просторово-композиційна організація; світло, колір, матеріал; перцептивно-образні аспекти. Для «Келпі» вони наступні:

- поєднання натуралістичної морфологічної точності виразних парних силуетів з панцирною металевою оболонкою, змонтованою з модульних пластин;
- знакові ворота до регіону та частина його історії; «сторожові» фігури-брама при вході до водного коридору; вертикальні доміанти рівнинного ландшафту; динамічний діалог між об’єктами й навколишнім простором;
- організація нічного пейзажу внутрішнім світінням; внутрішній простір як масштабна тектонічна оболонка;
- динамічний діалог як момент взаємодії двох тварин – символів регіону; глядач відчуває сублімативне піднесення від величі та сили образу.

Аддитивне виробництво, більш відоме під назвою 3D-друк, також почали використовувати для виробництва металевих скульптур. Це сукупність

технологій формоутворення матеріальних об'єктів, що базуються на пошаровому синтезі виробу з цифрової моделі шляхом контрольованого додавання матеріалу. Метод створення металевих об'єктів шляхом адитивного виготовлення модельних зразків – це 3D-друк форм та матриць, які використовуються для традиційного металевого лиття. Модельні зразки виготовляються з кварцового піску або полімерних матеріалів, зокрема акрилового скла (поліметилметакрилат, РММА). У процесі виробництва попередньо виконується цифрове моделювання форми, яке часто базується на тривимірному скануванні оригінальних макетів або фігур. Піонером цих технологій вважається Strassacker (Німеччина) – одна з найстаріших художніх ливарень у Європі [83]. Інші відомі компанії, що застосовують пісочний друк: Römheld & Moelle (Німеччина), спеціалізується на інноваційних методах пісочного друку [56]; Voestalpine Foundry Group (Австрія) [152]; voxeljet (Німеччина) [33].

Адитивне виробництво для ливарства має декілька ключових переваг у порівнянні з традиційними методами. Воно виключає дорогий процес виготовлення прототипів та коробок для кернів; ці прототипи можуть бути виготовлені з файлу за кілька днів замість місяців; досягаються нові рівні складності дизайну з внутрішніми порожнинами та точністю нахилів; матеріальна універсальність – застосовуються будь які метали та сплави.

У 2017 році художники Фабіан Гесс (Fabian Hess) і Мітра Вакіл (Mitra Wakil) створили «Хмари Вестпарку» (*Westpark-Clouds*) – постійну групу скульптур у районі Westpark у Мюнхені (іл. Б.2.2.2). Вони провели тривимірне 3D-сканування мешканців нового житлового комплексу й отримали тривимірні моделі. Індивідуальні сканування окремих жителів були накладені одне на одне, створюючи численні перекриття так, що їхні межі майже не розрізнялись. Пробіли та неправильні інтерпретації, «шуми» та технічні помилки були зроблені навмисно [158]. Ці «грайливі» моделі стали основою для друку полімерних форм, з яких були відлиті алюмінієві фігури. Формально-естетичні засоби дизайну скульптурної групи «Хмари Вестпарку», що має середовищнотворчу функцію, наступні:

- параметричні дефекти, полігональна сітка й калейдоскопічне нашарування тіл формують хмароподібну масу;

- інтеграція в зелений двірник жилого комплексу сприймається як скупчення людей із-за відсутності п’єдесталів; відсутність єдиного фронтального ракурсу «включає» глядача в композицію скульптурної інсталяції та резонує з хаотичним рухом людей навколо;

- структурована алюмінієва оболонка з фактурою телевізійного «шуму»;

- колективна ідентичність громади відображена метафорою хмари як злиття фізичних і цифрових тіл; соціально агломеративний, фрагментований, цифрово-шаровий портрет нової міської спільноти.

Стилізація під низько-полігональну (*low-poly*) структуру була зроблена в 2019 році для фігуративної скульптури для громадського простору типового британського ливарника Біллі «Зелена людина» (*The Green Man*) у Дептфордї, Лондон, компанією voxeljet у партнерстві з London Bronze Casting Company (іл. Б.2.2.3). Фігура ливарника була сканована фотограмметричним методом, після чого отримані дані були оброблені у програмах САD для досягнення «цифрового» низько-полігонального вигляду – видимої структуру трикутних полігонів, яка підкреслює цифрову природу скульптури. Далі з цієї моделі була надрукована полімерна форма, з якої у бронзі була відлита скульптура [61]. Формально-естетичні засоби дизайну:

- антропоморфна низько-полігональна скульптура «Зелена людина» вироблена в людському масштабі;

- функціонує як екологічно-технічний тотем або сторож простору в прямолінійній геометрії житлового комплексу; осьове розміщення між фасадами робить скульптуру візуальним акцентом;

- свідомо обране зелене патинування – цього кольору ливарники набували протягом робочого дня, працюючи з металевими матеріалами;

- робота поєднує абстраговану антропоморфну форму з індустріальними мотивами колишнього ливарного заводу в архітектурний простір нової житлової

забудови; символ поєднання біологічного та машинного, природного та технологічного.

В Європі суттєвого прогресу у прямому 3D-друці металом досягла амстердамська компанія MX3D, заснована у 2013 році. Вертикальна параметрична скульптура-колона «Вежа Тресс» (*The Tresse tower, 2021*) з надрукованої нержавіючої сталі була встановлена в муніципалітеті Ейгальєр, Франція. Вона є складним математичним, але при цьому й емоційним парковим об'єктом дизайну (іл. Б.2.2.4). Засоби дизайну вежі «Тресс»:

- ритмічно сплетені ромбічні модулі із золоченою короною;
- вертикальна композиційна вісь садового ландшафту;
- світлотінна гра ромбічних модулів; корона є світловим акцентом;
- математично-емоційна вісь садового простору з сакральним наголосом.

Наступний клас технологій, *субтрактивні*, передбачають на противагу адитивному виробництву видалення матеріалу з цільного блоку, аби надати йому потрібну форму. Існує багато класичних видів субтрактивного виробництва, таких як зрізання, токарна обробка, свердління, шліфування, інші традиційні методи механічної обробки металів. Переваги субтрактивних технологій: висока точність і акуратність за рахунок виключного контролю за видаленням матеріалу; матеріальна універсальність від обробки м'яких металів до твердих сталей та екзотичних сплавів; кращі поверхневі обробки. Серед сучасних видів субтрактивних технологій нетрадиційністю та інноваційністю в формоутворенні металевих скульптур вирізняється *лазерне різання металу*.

Це технологія прецизійної перфорації тонких металевих листів за CAD-контуром, що дала митцям змогу створювати складні візерунки та ажурні структури з високою точністю, що раніше вимагали трудомісткої ручної роботи. В основі технології застосовується лазерний промінь, який нагріває матеріал у малій зоні, доводячи його до плавлення, тим самим видаляючи частину матеріалу по заданому контуру. Застосування числового програмного керування забезпечує неймовірну точність. Завдяки йому отвори можуть мати змінний розмір і густоту, формуючи градієнтні візерунки чи образи. Лазерний різак дозволяє виконувати

тисячі отворів заданої форми в металевому листі за лічені хвилини, тому художники почали розглядати поверхню не як моноліт, а як поле орнаментів. Перфорація виконує одразу кілька функцій: декоративну (створює візуальний візерунок і гру світлотіней), конструктивну (полегшує вагу, незначно втрачаючи жорсткість) та інженерну (пропускає вітер, зменшуючи парусність великих скульптур).

Технологію лазерного різання широко застосовує у своїх численних роботах іспанський каталонський скульптор Жауме Пленса (*Jaume Plensa*). Прикладом є монументальна публічна скульптура-оболонка «Кочівник» (*Nomade*), створена у 2007 році з нержавіючої сталі та встановлена в порту Вобан, Антіби, Франція (іл. Б.2.2.5). Вона представляє собою порожнистий сидячий силует людини, зібраний із мережива окремих літер. Ці сталеві літери різних алфавітів, вирізані лазером з металевих листів, вигинаються по формі тіла та зварюються в безперервну оболонку, яка покривається білою фарбою [113]. Таким чином поєднується мова, як жива речовина, абстрактність людського тіла та дематеріалізація його маси. Формально-естетичні засоби дизайну цієї скульптури, яка є точною огляду середовища:

- мереживна типографічна поверхня, сидяча антропоморфна оболонка в позі «компактного згортання» без деталей обличчя чи анатомічного моделювання;

- скульптура є вертикальним акцентом, розміщеним на краю фортифікації; позиціонування над морем формує образ людини як фігури-вартового, що підкреслює історію порту;

- світлотіньова гра дає м'які відблиски та робить білу скульптуру «невагомою»; прорізна структура створює складний візерунок світлотіні навколо; нічна підсвітка перетворює її на реальний маяк;

- обриси фігури, мова й пейзаж зливаються в символ універсальної комунікації, пам'яті та ідентичностей; згорнута поза зчитується як зосередженість і роздум; порожня середина скульптури є головним об'ємом, в якому також накладаються один на один тіло, типографіка та море.

Також лазером були вирізані численні облицювальні пластини для

проаналізованої вище скульптури «Келпі» (іл. Б.2.2.1). Таким чином, лазерне різання в поєднанні з комп'ютерним моделюванням дало поштовх до виникнення нового виду орнаментально-структурних рішень у металі.

Процес *пластичної деформації листового матеріалу* за кімнатної температури, у якому заготовка набуває просторової форми за рахунок пружньо-пластичної деформації без видалення матеріалу називається «Холодне листове формування». Цей метод суттєво спростив створення великомасштабних об'єктів. Після розкрою листового металу на верстатах з числовим програмним керуванням (ЧПК) застосовуються такий тип формоутворення, як *радіусне вальцювання* великих листів у кільцеві, або циліндричні секції.

Операція вальцювання листа в торові форми з подальшим зварюванням і шліфуванням до «безшовної» поверхні застосована британським скульптором Девідом Хербером (*David Harber*) у публічних і приватних садово-паркових скульптурах-оболонках під загальною назвою «Тор» (*Torus*) (іл. Б.2.2.6). Об'єкти мають великі рівномірні радіуси, ідеальну кільцеву геометрію та дзеркальні поверхні [74]. Можливість такої обробки дозволила застосувати наступні формально-естетичні засоби дизайну скульптури «Тор»:

- чиста геометрія опуклих кривин і центральний отвір-портал форми тору функціонують як фокусні точки в осьових композиціях;
- дзеркальні викривлення пейзажу розчиняють об'єкт у середовищі та одночасно деформують парковий простір, змінюючи його межі та оптично розширюючи його; скульптура є осьовим центром просторової перспективи;
- скульптура розсуває перспективу, додає другий план через дзеркальне відбиття;
- викривлений пейзаж підсилює відчуття магичності об'єкта, що символізує час та безперервність; створюється імерсійний досвід взаємодії з ландшафтом.

Мінімалістична монументальна дзеркальна скульптура-перегородка «С-подібна крива» (*C-Curve, 2007*) британо-індійського скульптора Аніша Капура (*Anish Kapoor*), складається з двох вигнутих сталевих плит, з'єднаних тонкими швами. Автор застосовує холодне радіусне формування листа [99]. Цим методом

він досягає оптичного ефекту перевертання відкритого ландшафту на внутрішній увігнутій поверхні скульптури (іл. Б.2.2.7). Засоби дизайну скульптурного об'єкту «С-подібна крива», що формує образ місця:

- безшовна криволінійна геометрія подвійної кривизни;
- внутрішня поверхня перевертає образ рухомого простору, захоплюючи відвідувача в «оптичну кишеню»; ззовні пейзаж деформується, створюючи нову топографію місця;
- гіперрефлексія середовища створює подвоєну візуальну реальність;
- перцептивна дестабілізація координат; залежність зображення від руху глядача та світла модулюють ландшафт і роблять його сприйняття простору головним змістом твору;

Скульптура Аніша Капура «Небесне дзеркало (для Хендріка)» (*Sky Mirror (for Hendrik)*), встановлена у 2017 році у Тільбурзі, Нідерланди, задає питання щодо дуальності людського досвіду [137]. З одного боку дзеркальна поверхня прямокутної площини із незначною кривизною відбиває безмежність і піднесення неба, з іншої – чорна поверхня, мрячна й тривожна, втягує в себе простір (іл. Б.2.2.8). Засоби дизайну скульптури:

- витягнутий прямокутник, встановлений на вузькому прямокутному п'єдесталі; мінімалістична морфологія; легка увігнутість дзеркала робить його оптичною лінзою;
- нахил скульптури під кутом приблизно 30° до горизонту руйнує статичну вертикаль; «дзеркало» води овального басейну формує динамічну осьову композицію «вода – небо»;
- дзеркальна поверхня шліфованої нержавіючої сталі майже повністю дематеріалізує об'єкт; темна площина іншої сторони підкреслює контраст із активним фасадом;
- метафора порталу в нескінченність; кадрування реальності; розчиняє глядача в масштабі неба.

Органічна плавна форма петлі «Водна скульптура» (*Water Sculpture*) встановлена в 2025 році у Любляні, Словенія, як місцево-специфічна публічна

скульптура-фонтан. Автори – дизайнери Мойца Коцбек і Прімож Боршич (*Mojsa Kocbek, Primož Boršič*) [147]. Структура належить до *лінійно-стрічкових* об'єктів, утворена безперервним просторовим контуром зі скрученою та плавно зігнутою стрічкою (іл. Б.2.2.9). Засоби дизайну «Водної скульптури»:

- замкнута плавна петлеподібна криволінійна геометрія;
- просторовий акцент міської площі;
- віддзеркалююча поверхня полірованої нержавіючої сталі та безперервний потік води змінюють вигляд скульптури в різні години доби та віддзеркалюють зображення перехожих, стаючи частиною щоденного ритму;
- інтерактивність в повному сенсі – можливість сидіти й рухатися всередині перетворюють об'єкт на засіб формування образу міста та просторовий маркер; матеріалізація теми потоку, циклів природи й цінності питної води в урбаністичному середовищі.

Модульні структури – це композиції з повторюваних або варіативних геометричних одиниць, що збираються за логікою модульної агрегації. Модульні системи розвинулись як окремий напрямок, що дозволяють реконфігурацію та адаптацію. Цей підхід, що походить від мінімалізму Сола Левіта 1960-х, у 2000-2020-х роках набув нових технологічних можливостей. Модульні системи з металу дозволяють створювати об'єкти, що можуть змінювати форму залежно від контексту або концепції. Мультиплікації, повторення одного шаблонного об'єкта у великій кількості часто створюють поступові варіації, де важлива не одна «фігура», а їхня множинна взаємодія.

Кубічні та рамні агрегати належать до групи *регулярних металевих модульних агрегацій*. Вони характеризуються повторюваними кубічним або рамним модулем, а також композицією розгортання серії кубів (чи рам) у площині або в об'ємі, де принциповими є повторюваність і рівномірний крок модулів.

Кубічні та рамні форми послідовно використовує у своїй творчості бельгійський художник-візуаліст Люк Де Ман (*Luc De Man*) [64]. Серія «Куби» (*Cubes*), яку митець позпочинає в 2007 році є результатом втілення його авторської ідеї, що куб є символом людської діяльності. Серія скульптур цього

автора у відкритому просторі, що представляють модульні агрегації кубів та сфер, які проростають в них, або множинності кубів, утворюють цілісні просторові структури (іл. Б.2.2.10).

- геометрична чистота й матеріальний контраст куба й сфери в серіях скульптур «Куби»; кубічна деконструкція з рядами Фібоначчі;

- скульптурні групи кубів і сфер формують акцентні точки в публічному просторі;

- дзеркальне відбиття ландшафту в полірованій поверхні, тепла патина кортену у природному середовищі;

- «розкритий» або «деконструйований» куб як рідкісний в природі маркер антропогенного втручання; просторова метафора балансу й дисбалансу між людиною та природою в публічному ландшафті.

Ламельні та ребристі структури просторової пластики характеризуються оболонкою зі щільно повторених ламелей або ребер, які окреслюють хвилясту чи об'ємну форму. При першому враженні маса читається як суцільна, однак конструктивно це агрегований ряд пластин, організованих за регулярним принципом.

Формально-пластичні ознаки ламельної організації демонструють кортенові публічні паркові скульптури 2020-х років німецького скульптора Герберта Мелера (*Herbert Mehler*) [78]. Конструктивно його роботи становлять собою деформовані листові оболонки, у яких ламельність є переважно візуальним і ритмічним ефектом, тактильно привабливу форму модульного багатошарового складання (іл. Б.2.2.11). Засоби дизайну скульптур Герберта Мелера:

- ламельна «гармонічна» структура, осьова симетрія, зустрічні вигини й обертання форми;

- акценти паркового просторового ритму;

- послідовна інверсія кривизни поверхонь і рудо-коричнева патина кортену формують скульптури, де тверда сталь перетворюється на біонічну форму, що генерує багатий тіньовий малюнок;

- енергетично насичені біонічні форми, створені для медитації

видвидувачів парку; ламельна структура функціонує як естетична стратегія та виступає у відкритому просторі як архетиповий «рослинний» організм із власним ростом і ритмом.

Антропоморфні скульптури першої чверті ХХІ століття у Європі досягли радикальної трансформації. Спостерігається формування переходу від цільної героїчної фігури до поля психофізичних станів. Показовим прикладом цих тенденцій є творчість іспанського каталонського скульптора Жорді Дієса Фернандеса (*Jordi Díez Fernández*) [90], який застосовує високотехнологічне електрозварювання нержавіючої сталі з експресивним трактуванням людської фігури. Його скульптури мають незвичний вигляд напружених векторів, з яких складаються людські тіла. Ця напруженість передає анатомічну логіку руху, підсилює динаміку пози.

Монументальна публічна просторово-пластична скульптура Ідельфонсу Серда (*Monumento a Ildefons Cerdà, 2010*) присвячена як конкретному архітектору, який спроектував район Ешамплє у Барселоні, так і всім геніям, які бачать простір і суспільство у масштабах плану. Відмовившись від масивної бронзової скульптури, Жорді Дієс Фернандес створив напружену оболонку людської постаті з мінімальної кількості металу. Ця скульптура розкриває енергетику мислення творця (іл. Б.2.2.12 а). Формально-естетичні засоби дизайну:

- фігура пам'ятника Ідельфонсу Серда зображена в повний зріст у динамічній позі кроку вперед, яку формують потужні діагоналі масивних обшивок і відкритого каркасу зі сталевих стрижнів;

- частиною композиції є великий круглий спіральний постамент – ця спіраль є алюзією до структури радіально-діагональної логіки плану району Ешампле Барселони;

- матеріал скульптури, фрагменти з нержавіючої сталі, зварені з різною щільністю; полірована поверхня дає сильні відблиски та контрасти в сонячному світлі, а відкрита мережа стрижнів створює багатий світлотіньовий рисунок і змінну прозорість;

- свідомо використані пластична експресія руху та вибір матеріалу, що

формують сучасний та технологічний образ інженера-візіонера; фрагментація фігури створює ефект дематеріалізованого монумента та розкриває метафору складності міської структури; піднята голова формує траєкторією сили та зчитується як момент осяяння, коли людина виходить за межі власної тілесної оболонки.

У монументальній фігуративній скульптурі «Міралсель» (*Miralcel*, 2020) реалізована авторська концепція «ув'язнення повітря» в антропоморфному просторі. Це просторовий каркас із стрижнів, на який приварені сталеві пластини, що виглядають як «панелі шкіри» (іл. Б.2.2.12 б). Засоби дизайну:

- об'єм скульптури «Міралсель» представляє узагальнену фігуру верхньої частини людського тіла у позі осяяння; побудова зі сталевих стрічок і відкритого каркасу з порожнечами, що має вигляд тонкого напівпрозорого панцира;

- усічена морфологія бюста, розташованого на тонкому постаменті, ніби виростає з поверхні землі; напівпрозорість корпусу з ритмом вертикальних та діагональних ліній не блокує простір, а формує його всередині власної, ніби живої та вразливої структури;

- шліфувана гладкі площини з порожнинами та ребрами створює складну гру відблисків і тіней в садовому оточенні, резонуючи з ним;

- поза фігури, сформована силовими лініями сталевих стрічок, підкреслює стан внутрішнього зосередження й одночасної відкритості назовні, спрямовує погляд глядача вгору.

Ентоні Гормлі радикально оновлює антропоморфну скульптуру, застосовуючи цифрові технології [84]. Він відливає фрагментовані та пікселізовані стоячі фігури з заліза за формою свого тіла та «вкорінює» їх в кам'янистий берег на березі моря в серії «Земля» (*Land*, 2014). Це узагальнені, але анатомічно правдиві постаті в людський зріст. Вони стоять строго вертикально без п'єдесталу (іл. Б.2.2.13). Формально-естетичні характеристики скульптур «Захоплення» й «Увага» з серії «Земля»:

- тіло жорстко вертикальне, руки притиснуті до боків, максимально лаконічна геометрія зчитується як силует, що фіксує позицію людини в просторі;

– фігури стоять на скельних виступах біля лінії припливу, орієнтовані до моря, ніби вдивляючись у горизонт – вони не є домінантою над ландшафтом, а вбудовані в нього;

– лите залізо з темною поверхнею схильне до корозії та «старіє» разом із місцем; мінливе освітлення робить силуети чорними в контровому світлі, або майже розчиняє в узбережжі;

– відвідувачі «приміряють» на себе позиції скульптур, осмислюючи власне «буття в світі», ізоляція постатей стимулює споглядання простору; це точки взаємодії тіла, ландшафту та часу, каталізатор рефлексії про зв'язки людини з морем.

Фітоморфну морфологію має майже точна скульптурна металева копія дерева «Ялина» (*Abete*) створена італійським скульптором Джузеппе Пеноне (*Giuseppe Penone*) і встановлена у Флоренції на площі Piazza della Signoria у 2021 році [62]. Публічна інсталяція висотою 22 метра співмірна з розміром дерева, має форму та текстуру ялини. Її 18 секцій центрального стовбуру та гілок відлиті з неіржавіючої сталі, вздовж стовбура розміщена система бронзових трубчастих елементів, які охоплюють дерево по спіралі, задаючи рух погляду наверх (іл. Б.2.2.14). Ці «сторонні» елементи підкреслюють концепцію автора відобразити ідею вертикального руху рослинного організму, що перекликається з метафорою Раю в творах Данте. Засоби дизайну:

– силует дерева з високим, тонким стовбуром із регулярними ярусами гілок,
 – каркасна структура робить об'єм візуально легким попри його розмір; стовбур обплетений по спіралі решіткою з бронзових елементів, які підкреслюють висхідний рух; вертикальна домінанта кам'яних фасадів площі Веккьо та історичних скульптур навколо;

– стовбур і гілки відлиті з нержавіючої сталі, що забезпечує конструктивну жорсткість та блиск;

– інсталяція виступає провідником між природою й культурою, формує діалог між минулим і сучасним.

Зооморфна монументальна абстрактна металева скульптура Тоні Крегга «Я

живий» (*I'm Alive*), версії якої були встановлені у м. Вупперталь, Німеччина (2007 р.) та в скульптурному парку Kistefos, Норвегія (2005 р.) представляє собою зварну оболонку з відшліфованої нержавіючої сталі. Вона викликає декілька асоціацій: дельфін, змія, інше [81]. Кожен ракурс цієї біологічної форми не надає остаточного образу (іл. Б.2.2.15). Таким чином, «Я живий» можна вважати переходом між сталою модерністською формою та пізнішими параметричними рішеннями ХХІ століття. Формально-естетичні засоби дизайну скульптури:

- форма близька до сильно стилізованої істоти, її об'єм побудований як безперервна, плавно закручена оболонка без різких кутів;

- дугоподібний профіль створює головний образний ефект: тіло, що активно рухається уперед, ковзаючи над землею – це пучок сили серед середовища, невід'ємною частиною якого воно є;

- сталева поверхня скульптури надзвичайно гладка й відбивна, та все, що рухається навколо, стає частиною її безперервного руху та життя; в скульптурі досягається ефект, близький до форм, змодельованих цифровими методами;

- головний образний аспект – рухома жива енергія.

У першій чверті ХХІ ст. група *звукових скульптур* істотно ускладнюється як у типологічному, так і в технологічному аспектах. Одним із нечисленних прикладів *ударно-перкусійної кінетичної скульптури* є серія просторових великих кінетичних звукових скульптур швейцарського митця Етьєна Кренебюля (*Étienne Krähenbühl*), утворених численними підвішеними металевими елементами сферичної форми, що формують каскадний перкусійний звук. Упродовж 2000–2010-х років автор створив низку таких об'єктів під спільною назвою «Великий вибух» (*Bing Bang*), розміщених у різних локаціях Швейцарії [134]. Сфери діаметром до 3,5 м складаються приблизно з 850 відрізків металевих труб, переважно з кортенової сталі (іл. Б.2.2.16). Митець активно співпрацює з науковими лабораторіями та використовує нікель-титанові сплави з ефектом пам'яті форми (супереластичністю), що надає його творам додаткової матеріальної та кінетичної складності. Засоби дизайну цієї серії:

- сферична пруткова фрагментована форма;

– підвіс скульптури у повітрі надає властивість «левітації» важкій масі металу, рух елементів кулі розкриває навколишній простір;

– при стисканні сфери пруті кортенової сталі, або нікель-титану при ударі або терті видають широкий спектр звучань – виникають унікальні тембри, залежні від інтенсивності впливу, ступеня корозії поверхні та, в окремих випадках, від складу металевих сплавів; темна поверхня елементів у поєднанні з мерехтінням створює «зоряний» візуальний ефект, ніби матерія вибухає, створюючи «первинний хаос»;

– контраст між монументальністю та крихкістю виявляє масивну конструкцію чутливим музичним інструментом.

Сучасні *кінетичні та рухомі* металеві скульптури відрізняються від мобілів ХХ століття з їх механічними приводами, аналоговими системами керування та простими траєкторіями руху сучасними комплексними медіальними системами, що поєднують електроніку, програмне забезпечення, сенсорні мережі, робототехніку й обробку даних у реальному часі. В результаті декоративний ефект руху перетворюється на повноцінну мову художнього висловлювання.

Серія абстрактних кінетичних вітрових скульптур Вілла Карра (*Will Carr, Велика Британія*), яку митець почав створювати з 2000-х років із нержавіючої та патинованої сталі, реагує навіть на дуже слабкий вітер [127]. Скульптор послідовно досліджує взаємозв'язок між геометрією об'єкта та його просторовим оточенням. Робота «Брижі» (*Ripples*), як і інші вітрові скульптури автора, являє собою складну систему концентричних або послідовно з'єднаних рами, що обертаються навколо кількох осей (іл. Б.2.2.17). Багат шарова гіпнотична динаміка руху забезпечується високоточною системою балансування та розрахунком аеродинаміки великої кількості рухомих ланок, які зберігають стабільність навіть за сильного вітру. Засоби дизайну вітрових скульптур Вілла Карра:

– візуально чиста форма під час руху здається то суцільною стрічкою, то розпадається на окремі лопаті, створюючи «інтерференційні» силуети;

– точковий акцент саду чи публічного простору, рухомий елемент піднятий

вище рівня очей, що співвідносить його з лінією горизонту; завдяки високій точності підшипників і балансування зберігається плавний обертальний рух навіть при сильному вітрі;

- шліфувана нержавіюча сталь блищить на сонці, виділяючи конструкцію в оточенні;

- скульптура задумана як метафора води та світла, матеріалізує потоки повітря та створює медитативний настрій та спокій.

Британський скульптор Айвен Блек (*Ivan Black*) спеціалізується на геометрично складних вітрових кінетичних структурах, побудованих на послідовному масштабному повторенні простих форм [86]. Такі структури формують багаторівневі трансформації, що принципово відрізняє їх від традиційних мобілів. Вітрова монументальна кінетична скульптура «Стелс» (*Stealth*), виконана з полірованої або пофарбованої нержавіючої сталі, складається з рамних елементів, які чутливо реагують на енергію вітру (іл. Б.2.2.18). У відкритому міському просторі цей об'єкт водночас функціонує як композиційна домінанта, та як своєрідний «індикатор» вітрової активності. Засоби дизайну серії кінетичних скульптур «Стелс»:

- базова форма витягнутої панелі, всередині якої на осях закріплені ряди таких же за формою зменшених модулів, які розгортаються й складаються за геометричною послідовністю;

- у спокої композиція виглядає як прямокутник, або хвиляста решітка, в русі елементи конструкції здійснюють складні математично визначені обертові траєкторії; послідовність передачі руху від одного сегмента до іншого створює ефект ланцюгової реакції під вітровим навантаженням;

- відчуття трансформації підсилює оптична кінетика дзеркальної поверхні нержавіючої сталі, яка рухає світлові плями по площині конструкції;

- сприйняття скульптури зосереджене не на формі, а на самому русі її елементів, упорядкованому або хаотичному.

До групи *гідропластичних* скульптур належать об'єкти, в яких рухома вода є ключовим засобом формування руху та звуку. В замкнених рециркуляційних

системах подачі води її динаміка часто синхронізується зі світловими та музичними ефектами. В Європі функціонує велика кількість подібних комплексів – мультимедійних фонтанів. Ці об'єкти є показовими з огляду на інноваційні конструктивні рішення розподілу й розпилення водяних струменів, організацію роботи звукових, світлових, лазерних та проєкційних систем. Водночас у контексті даного дослідження доцільно зосередити увагу на тих гідропластичних скульптурах, у яких саме конфігурація металевої поверхні модулює візуальні ефекти падіння води та звучання, а металеві площини забезпечують інтеграцію водного потоку з текстурою металу, відбиттям оточення та світловим середовищем.

Садово-паркові металеві скульптури-фонтани німецької студії GANR мають органічну експресивність поверхонь, наплавлення металу, термічне забарвленням зварних швів і локальні деформації металевих листів. В них домінують фактурні напливи, поєднання полірованої та оксидованої сталі, по яким стікає вода [82]. Складність таких сучасних фонтанів характеризується інтеграцією корозійностійких матеріалів і рециркуляційних систем, параметричним моделюванням для досягнення бажаного звуку води (іл. Б.2.2.19). Формально-естетичні засоби дизайну садово-паркових металевих скульптур-фонтанів студії GANR:

- деформовані вертикальні геометричні форми, зварені з листового металу; типові прийоми формоутворення – розкриті кулі з нержавіючої сталі з внутрішніми бронзовими включеннями, деформовані стели зі слідами зварювання, що імітують експресивні природні процеси;

- композиції розроблено для кругового обходу, або фронтального споглядання;

- свідоме комбінування полірованої нержавіючої сталі з кортеном, бронзою, латунню, склом і гірськими кристалами; вода тече по швах «розкритих ран» металу, циркулює по шліфованим частинам конструкцій, створює багату фактуру струмків на корозійному тлі; у дизайні застосовується приховане підсвічування;

– розломами та тріщини створюють образ прихованої енергії та внутрішнього життя металу.

Одним з найважливіших напрямків розвитку сучасної пластики стали кінетичні *механічно керовані* металеві об'єкти, орієнтовані на подолання статичності традиційної скульптури. Європейські митці створюють конструкції, рух яких зумовлений роботою вбудованих механічних систем.

Біоміметична механічно керована скульптура дизайнера з Нідерландів Волкерта ван дер Віка (*Volkert van der Wik*) «Анемона маґніфіка» (*Anemone Magnifica*) є прикладом технобіологічної гібридності в сучасній металевій пластиці [39]. На рівні формального біоморфізму вона наслідує образ морської анемони, щупальця якої розкриваються у воді (іл. Б.2.2.20). Засоби дизайну скульптури:

– тонкий вигнутий стовбур підіймає вгору дволопатева «корону» з вирізаними контурами пелюсток, які відкриваються й закриваються завдяки шарнірному вузлу;

– вертикальна домінанта, що маркує простір і вибудовує динамічний силует на тлі неба; рух верхньої частини додає композиції часовий вимір;

– полірована нержавіюча сталь відбиває світло, підкреслюючи плавність контурів і створюючи м'які блиски під час руху; балансується завдяки точному розподілу мас;

– асоціації з живим організмом, який повільно реагує на середовище; технічна конструкція перетворюється на поетичну метафору морської істоти.

Масштабний інженерно-художній об'єкт, кінематична скульптура-механізм «Зевс» (*Zeus*), створений для церемонії відкриття Олімпійських ігор у Парижі 2024 року, був розроблений командою майстерні Atelier blam у Нанті, Франція [161]. Міфологічний образ коня-божества поєднується з естетикою високотехнологічного механізму. Розміри кінетичної скульптури співрозмірні з реальним конем, чим досягається правдоподібність сценографії під час відкриття ігор (іл. Б.2.2.21). Формально-естетичні засоби дизайну скульптури-механізму

«Зевс»:

– репрезентація фігуративного образу коня з відкритою «анатомією» механізму, де деякі частини тіла тварини залишаються без заповнення; відтворення руху зроблене з майже науковою точністю завдяки відсилці до хронофотографічних досліджень Едварда Мейбріджа;

– драматургія появи механічної скульптури серед річки на фоні будівель і набережних розрахована на емоційно заряджене сприйняття публікою; домінанта міського простору;

– литі й фрезеровані елементи скульптури з алюмінію, складна система приводів, точна механіка шарнірів зчитуються як м'язова система механічної тварини; складне конструктивне рішення включає просторовий металевий каркас, тривимірний друк металевих деталей, карбування та вибивання металевих листів для формування корпусу, високоточні механічно оброблені сегменти, покриття срібними листами, анодування кінцівок механічної тварини;

– поєднання міфологічних, історико-технічних, політико-символічних елементів концепції.

Розгляд європейських скульптур першої чверті ХХІ століття дозволив виявити такі технологічні методи параметричного дизайну, як алгоритмічне проектування, інформаційного моделювання будівель (BIM), структурна оптимізація елементів. Також виділено два основних типи адитивних технологій: адитивне виготовлення модельних зразків для ливарного виробництва та прямий друк металом. Застосовується субтрактивна технологія лазерного різання металу та радіусне вальцювання великих листів у кільцеві, або циліндричні секції із групи технологій холодного листового формування.

Серед новітніх форм абстрактних скульптур можна виділити лінійно-стрічкові форми, кубічні регулярні металеві модульні агрегації та ламельні структури. Сталі форми скульптур представлені антропоморфними, фітоморфними та зооморфними фігуративними та абстрактними скульптурами. Набули інноваційного розвитку також звукові (ударно-перкусійні) та кінетичні (вітрові, гідропластичні, механічно керовані) скульптури.

Різноманітність формально-естетичних засобів дизайну сучасних скульптур за параметрами: морфології; просторово-композиційної організації; за світлом, кольором, матеріалом; за перцептивно-образними аспектами, проаналізованих у даному підрозділі, зведені в таблиці 1.

2.3. Дизайн, технології та типологія сучасних металевих скульптур-інсталяцій

Критерії скульптури-інсталяції, як проміжної форми між скульптурою та інсталяцією, або як різновидом інсталяції, були висунуті українською мистецтвознавицею Д. Чембержи [35]. З позиції простору – це розгорнута конфігурація штучно створеного середовища, сформованого скульптурними або скульптурно-трактованими об'єктами, які створюють «сценарій переживання» для глядача. Вони зазвичай місцево-специфічні, тобто перенос таких скульптур в інші локації може порушити логіку їх створення. Як правило, ці об'єкти розраховані на велике концептуальне навантаження, пов'язане з актуалізацією соціокультурних смислів локації.

Одним з ключових чинників змін у дизайні металевих скульптур-інсталяцій стало параметричне моделювання – використання алгоритмів і параметричних програм для генерування форм. Частково методи параметричного дизайну розглядалися в попередньому підрозділі на прикладі двох скульптур. На відміну від традиційного проектування, параметричні програмні інструменти дають змогу архітекторам і художникам досліджувати варіативність форми шляхом зміни заданих параметрів або алгоритмів. Це означає, що замість ручного креслення дизайнер створює *алгоритм формоутворення* – визначає криві, сітки або математичні залежності, які автоматично генерують складну геометрію. В результаті стає можливим проектувати надскладні топології та «розумні» форми, оптимізовані під певні критерії – структурну міцність, мінімальну масу матеріалу чи естетичні ефекти.

Всі зазначені вище технології поєднує спільна риса – тісна інтеграція

комп'ютерного проектування (*Computer-Aided Design, CAD*) з цифровим виробництвом (*Computer-Aided Manufacturing, CAM*). У цій системі цифрова модель напряду керує верстатами та роботами, мінімізуючи ручні операції та виключаючи етапи виготовлення шаблонів. Таке поєднання дозволяє досягти високої точності та повторюваності в складних проєктах, де комп'ютер контролює кожен різ і зварний шов, що гарантує, що елементи складних конструкцій стикуються без зазорів. На відміну від традиційних методів, позначених стандартизованими компонентами та ручною працею, цифрове виробництво дозволяє мінімізувати матеріальні відходи завдяки точному розрахунку та контролю кожного розміру та різі. Швидкість виробництва суттєво зростає завдяки автоматизації процесу, особливо для складних структур із тисячами або мільйонами компонентів.

Прикладом застосування *генеративного формоутворення* на основі випадкових алгоритмів є концептуальна монументальна публічна скульптура-інсталяція авторства Ентоні Гормлі «Квантова хмара» (*Quantum cloud*), встановлена в 2000 році на набережній Темзи в Гринвічі (іл. Б.2.3.1). Це був один із перших досвідів застосування параметричного дизайну в публічній інсталяції. Форма цієї конструкції висотою 29 метрів масивна, але при цьому «дематеріалізована», оскільки вона складається з сотень тонких сталевих прутів, розміщених за алгоритмом у формі хмари. Серед хаотично розташованих стрижнів розглядається людська фігура. Технологія авторської розробки полягала в наступному: Гормлі застосував об'ємну цифрову копію свого тіла, поверхня якої була джерелом великої кількості точок. На наступному кроці обробки точки були пов'язані між собою алгоритмом «Випадкового блукання» (*Random Walk*) [91], що зімітував випадкові шляхи у вигляді траєкторій. Ці траєкторії задали конфігурацію сталевих прутів у реальній конструкції, створивши ефект органічної природної форми, але під контролем математичного алгоритму. Формально-естетичні характеристики скульптури-інсталяції «Квантова хмара»:

- фрактально-решітчаста металева структура з градієнтом щільності;
- металева ґратка з оптичною прозорістю;

– об’єм інсталяції не відокремлюється від середовища, а пропускає його крізь себе завдяки решітчастій структурі; скульптура є вертикальним маяком в горизонтальному річковому пейзажі;

– концепт «тіло як енергетичне поле» створює відчуття присутності людини в розрядженому полі елементарних часток.

Результатом застосування одразу трьох засобів параметричного дизайну стала розробка постійної архітектурної публічної скульптури-інсталяції під назвою NAWA, створеної в 2016 році польським архітектором, дизайнером і скульптором Оскаром Зьонтою (*Oskar Zieta*) на острові Daliowa у річці Одер, Вроцлав (іл. Б.2.3.2). Автором було виконане *генеративне моделювання форми* з розрахунками радіусів кривизни та сил вигину, а також *оптимізація параметрів* конструкції під час транспортування та монтажу. При створенні криволінійної структури було застосовано *адаптивну геометрію* за оригінальним алгоритмом, а параметричне ПО Grasshopper було використано для моделювання кожного елемента арки згідно оптимального розміру, ваги та адаптації до рельєфу. Більше того, Оскар Зьонта застосував свою авторську технологію під назвою «FiDU» – процес надування металу. Плaskі деталі, вирізані лазером, зварювалися за контурами, після чого стиснене повітря роздмало їх у потрібну об’ємну форму. Результатом цього процесу стала скульптура-інсталяція біонічної форми з нержавіючої сталі, що складається з 35 арок різного розміру. Вони демонструють виразну ламельну структуру, в якій логіка модульного складання ламелей стає як конструктивною, так і композиційною основою. Сформовані арки навмисне не були ідеально гладкими та мали деякі деформації, що створювало природні вигини та хвилі, як у живих організмів. За словами Оскара Зьонти «...матеріал сам визначає фінальну форму в межах заданого алгоритмом простору» [116].

Засоби дизайну павільйону NAWA:

- біонічна ламельна оболонкова геометрія аркових ребер;
- параметрично прорахований ритм арок і дзеркально-полірована «надута» сталева поверхня, що працює як динамічний оптичний резонатор ландшафту; павільйон підкреслює контури острова та рельєф берега;

– дзеркальна поверхня робить навколишній простір «рухомою текстурою» скульптури;

– відвідувачі отримують послідовну зміну вражень від ділянок простору при проході через арки.

В дизайні постійної монументальної абстрактної ленд-арт скульптури-інсталяції «Тигр і черепаха – Чарівна гора» (*Tiger & Turtle – Magic Mountain, 2011*) художники Гайке Муттер (*Heike Mutter*) та Ульріх Гент (*Ulrich Genth*) застосували *алгоритмічне тривимірне планування форми та методи структурної оптимізації елементів* (іл. Б.2.3.3). Цей об'єкт встановлений у Дуйсбурзі, Німеччина, за формою нагадує атракціон «американські гірки», але на відміну від нього він розрахований для пішохідних прогулянок. Траса з огороженими сходами довжиною близько 220 метрів виконана з гальванізованої сталі та цинку – металів, які раніше виготовлялися на залізопрокатному заводі в цій локації [145]. Основою розробки була параметрична 3D-модель траєкторії зі встановленими параметрами кривизни та нахилу сходинок. Параметричне 3D-планування та концепцію системи сходинок розробив Арнольд Вальц (*Arnold Walz*) з дизайн-студії *designtoproduction* у Штутгарті. Паралельно система аналізу навантажень, несучої здатності, мінімізації коливань та прогину оптимізувала ці параметри на кожному етапі проектування. Це одночасно визначало товщину труб каркасу та точки встановлення додаткових підпірок для гарантії безпеки відвідувачів. Таким чином, на місці звалища токсичного цинкового шлаку була створена одна з найбільших скульптур Німеччини, яка перетворила промисловий рельєф на оглядовий майданчик. Засоби дизайну скульптури-інсталяції «Тигр і черепаха – Чарівна гора»:

- контурна трасова лінія, петлеподібна геометрія металевої конструкції;
- домінування на фоні неба як графічна лінія; маршрут як головна форма: відвідувачі рухаються по сходах-трасі;
- містичне нічне освітлення підкреслює контур траси в темряві;
- об'єкт сприймається в кінетичному вимірі ходінням відвідувачів по ньому, що спонукає до роздумів про минуле та майбутнє регіону

Подібними методами параметричного 3D-моделювання було розраховано подвійну спіральну конструкцію постійної об'ємно-просторової скульптури-інсталяції данським художником та архітектором Олафуром Еліассоном (*Olafur Eliasson*) під назвою «Перетворення» (*Umschreibung*) в 2004 році (іл. Б.2.3.4). Скульптура знаходиться в атріумі офісного дворика мюнхенської компанії KPMG у районі Schwanthalerhöhe, та не має практичного функціонального призначення, але виступає локальним мистецьким символом, який створює різкий контраст урбаністичній забудові. Точна інженерія була необхідна для того, щоб конструкція висотою близько 9–10 метрів балансувала на одній точці. Безперервна петля конструкції створює «простір, визначений рухом без призначення, а не стінами» [115]. Засоби дизайну скульптури-інсталяції «Перетворення»:

- подвійна замкнена спіраль сталевих сходів;
- замкненість у нескінченну петлю та інтегрованість у жорстку геометрію офісного атріуму створюють вертикальний акцент у дворі-колодязі; складні графічні силуети контрастують із геометрично спланованою забудовою;
- регулярна сталева сходова структура;
- сприйняття уявного парадоксального простору руху без призначення.

Про революційний інструмент у створенні інноваційних металевих конструкцій 3D-друком металом вже йшла мова в попередньому підрозділі. Ця технологія дозволяє «вирощувати» металеві об'єкти шар за шаром згідно з цифровою 3D-моделлю. Вона відкрила можливість виготовлення надскладних форм із внутрішніми порожнинами, які неможливо отримати традиційною обробкою. Масове застосування 3D-друку металом у створенні публічних об'єктів просторової пластики поки обмежене. Але його вже можна розглядати як повноцінну технологію на прикладі проєктів компанії MX3D.

Параметрична ленд-арт скульптура-інсталяція із надрукованої нержавіючої сталі «Китовий прохід» (*The Whale Pass*), дизайн якої був розроблений в 2022 році італійською студією C&C (іл. Б.2.3.5), встановлена в Королівських садах (*Royal Gardens*) Турина як частина виставки «Тварини при дворі» (*Animals at Court*).

Інсталяція має деконструктивний характер, складається з трьох частин – голови, плавця та хвоста. Поверхня об'єктів формується з шарів 3D-друку, підкреслюючи технологічне походження, та одночасно імітуючи реальну фактуру шкіри тварини. Художник студії C&C Паоло Альбертеллі пояснив концепцію: «Коли дивишся на кита з човна, бачиш лише частини, що виступають на поверхню. Це є прелюдією до уявної присутності, що несе з собою не лише його реальні виміри, а й міф, який пронизує кожен людську культуру» [133]. Формально-естетичні засоби дизайну об'єкту «Китовий прохід»:

- три елементи створюють динамічну композицію появи частин тіла китів на поверхні води, ніби вони проходять через парк, виникаючи із землі, наче це океан;

- фіксований фронтальний ракурс відсутній, погляд збирає три частини у «цілого кита» в уяві глядача; об'єми скульптури змінюють горизонт ландшафту, вводячи горизонтальні й діагональні акценти на відкриту газонну галявину;

- шарувата текстура скульптури-інсталяції нагадує реальну шкіру кита;

- діагональне розміщення елементів символізує гармонію між природою, технологією та мистецтвом, трансформує горизонт парку й інтенсифікує процес формотворчого осмислення та екологічні асоціації глядача.

Компанія MX3D нині суттєво розширила виробництво металевих об'єктів для міського середовища, надрукованих на роботизованих 3D-принтерах. Серед них інноваційна структурна скульптура-інсталяція для громадського простору «Доліум» (*Dolium*) в районі Контрі, м. Остергут, Нідерланди, створена в 2024 році. Це найбільший надрукований об'єкт у Нідерландах, виготовлений з кортенової сталі. *Dolium* є сучасною інтерпретацією римського доліуму – великої амфори для зберігання вина та зерна (іл. Б.2.3.6 а). Засоби дизайну скульптури «Доліум»:

- відкритий каркас із вигнутих ребер структурної скульптури-брами, ніби вирізаної з об'єму римського доліуму;

- формування простору для проходу перетворює площу на місце зустрічей; немонументальний масштаб робить скульптуру комфортною для використання як меблевий елемент;

- світлотінна сітка металевого каркаса;
- візуалізація археологічної пам'яті локації.

Велика «органічна» надрукована металом скульптура-інсталяція «Підземне дерево» (*The Underground Tree*) була встановлена у Westerpark, Амстердам, у 2024 році. Вона представляє собою перевернуте дерево з коренями, що вистрілюють вгору, у формі напівкола (іл. Б.2.3.6 б). Засоби дизайну:

- переосмислення локації колишнього каштанового дерева у вигляді вивернутої догори кореневої системи;
- розміщення скульптури-інсталяції поруч з молодим каштановим деревом формує парну композицію, що символізує продовження життя;
- контраст органічної металевої форми та зелені;
- формування меморіального, прохідного та соціально-контактного вузлу входу до центральної алеї парку.

Операція *вільного холодного формування* включає створення локальних вм'ятин, «зминання», рихтування, розтяг-стиск металевого листа з подальшим високоточним зварюванням панелей у об'ємну форму та полірування до дзеркального ефекту. Цю техніку застосовує в своїх монументальних плаваючих скульптурах-інсталяціях із нержавіючої сталі італо-албанський художник Гелідон Хішжа (*Helidon Xhixha*). Його публічна скульптура-інсталяція на воді «Дрейфуючий айсберг» (*Drifting Iceberg, 2020*), представляє два абстраговані «айсберги» з м'яко зім'ятою, хвилястою поверхнею. Вони монолітні, але зі складною топографією відблисків (іл. Б.2.3.7). Контури інсталяції нагадують уламки льоду, що дрейфують [109]. Гелідон Хішжа систематично використовує цю технологію в численних роботах, які начебто сформовані зі світла. Вони є частиною міського простору Венеції та експонуються по всьому світу [75]. Засоби дизайну скульптури-інсталяції «Дрейфуючий айсберг»:

- багатогранна деформована льодоподібна дзеркальна оболонка;
- дрейф у водному середовищі міського ландшафту Венеції;
- оптична взаємодія рефлексивної поверхні з небом, містом і ландшафтом роблять скульптуру мінливою;

– об’єкт перетворюються на екологічну метафору танення льодів і загрози затоплення; підкреслює контраст між красою та загрозою кліматичних змін.

Решітчасті структури утворюють просторові каркаси, що складаються з великої кількості стрижнів, труб, дротів. Це ажурні, напівпрозорі нерегулярні решітки скульптури-інсталяції «Квантова хмара» (іл. Б.2.2.1), яка представляє тривимірну хаотичну систему металевих елементів з художньою інтерпретацією квантових явищ.

Численні горизонтальні пластини та сталеві стрижні складають силует типового сільського храму в регіоні Хаспенгау, Бельгія, створюючи прозору розшаровану *решітчасту* структуру в постійній ландшафтній скульптурі-інсталяції «Читання між рядків» (*Reading Between the Lines*). Цей перманентний об’єкт був створений нідерландським дуєтом дизайнерів Гійс ван Варенберг (*Gijs Van Vaerenbergh – Pieterjan Gijs & Arnout Van Vaerenbergh*) в 2011 році [125]. Масивна кортенова структура при русі навколо майже розчиняється у ландшафті як «міраж», символізуючи церкву як умовну межу в пейзажі (іл. Б.2.3.8). Формально-естетичні засоби дизайну скульптури-інсталяції «Читання між рядків»:

– деконструкція сакрального символу через техніку «лінійного малюнка» церкви;

– великі проміжки між пластинами та багатоваріантність перспектив роблять будівлю одночасно масивною та дематеріалізованою;

– оптичне накладання силуету на навколишній сільський пейзаж об’єднує прочитання архітектури та ландшафту;

– горизонтальна шаруватість надає глядачу досвід просторової трансформації між архітектурою й ландшафтом; відбувається перцептивна деконструкція сакральної форми.

Сітчасті структури є зв’язаною системою ліній або стрічок, що утворюють безперервну поверхню. Металеві структури з дротяної сітки створили новий тип напівпрозорих, ефемерних конструкцій. Сітчаста топологія дозволяє

поєднувати локальну щільність і глобальну легкість форм без чітких країв, часто неперервних.

Італійський митець Едоардо Тресольді (*Edoardo Tresoldi*) реконструював у 2016 році археологічний об'єкт, античну ранньохристиянську базиліку в Південній Італії, в Сіпонто (*Siponto Basilica*) [65]. Ця постійна публічна архітектурна скульптура-інсталяція представляє просторовий експеримент у сфері місцево-специфічного дизайну. Реконструкція археологічного об'єкту здійснена з використанням гарячеоцинкованої сталеві сітки. Інсталяція має класичну форму базиліки, але завдяки сітчастому матеріалу є легкою, майже дематеріалізованою, без суцільних стін (іл. Б.2.3.9 а-б). Засоби дизайну:

- прозора оболонка, детально промодельовані колони, арки та куполи як інтерпретація архітектури базиліки;
- сітчаста реконструкція історичної архітектури;
- світлопроникна оцинкована сітчаста форма;
- мереживна взаємодія зі світлом, руїнами, діючою романською церквою та пейзажем перетворюють об'єкт на поетичну реконструкцію пам'яті місця та новий тип просторової пластики на межі між архітектурою, скульптурою та музейною експозицією.

Інша робота цього автора 2020 року, постійна публічна архітектурна скульптура-інсталяція «Опера» (*Opera*) в Реджо-ді-Калабрія, Італія, являє собою просторовий монумент просто неба, інтегрований в міське середовище [151]. Структура складається з 46 регулярно розташованих сітчастих колон, що формують архітектурний простір публічного призначення. Інсталяція створює відкриту перехідну просторову зону, що представляє ефемерні напівматеріальні архетипічні форми класичного стовпного ордеру (іл. Б.2.3.9 в-г). Засоби дизайну скульптури-інсталяції «Опера»:

- регулярна сітка класичних колон, архетип класичної колонади;
- об'єкт накладається на органічний ландшафт, вибудовує візуально кадровану перспективу моря й неба, створює концептуальний простір взаємодії;
- градієнтна прозора металева сітка, майже прозорий матеріал;

– прогулянка перетворюється на споглядальний маршрут, де архітектурний архетип і прозорість формують нову поетику взаємодії людини з місцем.

Едоардо Тресольді активно застосовує дратові безперервні поверхні в інших своїх численних роботах. Із останніх: «Сімбіози» (*Simbiozi*, 2019), ландшафтна місцево-специфічна скульптура-інсталяція в парку скульптур *Arte Sella*, що поєднує прозорість дратяної сітки з матеріальністю місцевого каміння (іл. Б.2.3.9 д-є) [68]. Засоби дизайну скульптури-інсталяції «Сімбіози»:

– асиметричний блок з прозорої металевої сітки, частково заповнений місцевим каменем;

– простір аркових прорізів, ніш, класичної архітектури та інтеграція в рельєф;

– гібридизація легкого матеріалу металевої сітки та важкого каменю,

– матеріалізована метафора симбіозу архітектури й природи, матеріального та нематеріального формує зупинки для споглядання.

Великомасштабну ландшафтну скульптуру-інсталяцію «Теменос» (*Temenos*), створену Анішем Капуром і Сесілом Бальмондом і встановлену в Мідлсбро (Північна Англія) в 2010 році [58] можна віднести до групи об'єктів з *торсійною* структурою. Це просторова форма, утворена обертанням поперечного перерізу вздовж траєкторії, створюючи гвинтову або спіральну геометрію. Кручення функціонує як один із домінуючих режимів напружень та одночасно як основний художній та формоутворюючий принцип. Вони демонструють заморожену динаміку, просторове згортання створює ефект руху, відкритість до різних ракурсів та площин. Скульптура-інсталяція «Теменос» не є торсійною у вузькому інженерному сенсі, проте містить елементи торсійних напруг, які виникають у кабельних системах. Торсійні елементи підкреслюють осьовий рух у міському пейзажі, створюючи візуальне вираження структурних сил (іл. Б.2.3.10). Засоби дизайну скульптури-інсталяції «Теменос»:

– просторова кабельна каркасно-оболонкова конфігурація змінної окружності, підвішеність між круглим і еліптичним сталевими кільцями та стабілізація нахиленими щоглами;

- підвішена арка над річковим простором;
- сталева сітка, геометрична чистота кілець, прозорість об'єму та масштабний силует;
- великомасштабна атмосферна арка, що окреслює індустріальний краєвид і маркує територію постіндустріальної трансформації.

Ознаками групи модульних структур «*рої та поля елементів*» є велика кількість дрібних однотипних модулів, розставлених полем або хмарою без жорсткої решітки. Металевий об'єкт виникає з конфігурації масиву, а не з форми одиничного елемента. Структурна логіка заснована на принципі емерджентності – появі нових візуальних та просторових якостей у системі, які не властиві окремим елементам.

Великомасштабна публічна накривна скульптура-інсталяція, встановлена в 2021 році в шотландському місті Данді, «Тейський Кит» (*The Tay Whale*) авторства британського скульптора Лі Сіммонса (*Lee Simmons*), типологічно відноситься до «рою» лінійних модулів [96]. Структура органічної хмари складена з 2457 сталевих порожнистих труб із нержавіючої сталі, які створюють єдиний об'єм-хмару в глобальній органічній формі кита (іл. Б.2.3.11). Засоби дизайну скульптури-інсталяції «Тейський Кит»:

- складна тривимірна решітчаста оболонка з порожнистих нержавіючих труб формує художній образ;
- ритмічна трубчаста структура зчитується по-різному з різних точок: здалеку як суцільний силует кита, зблизька – як відкрита «каркасна анатомія» форми;
- поле лінійних сталевих елементів створює враження плавного руху крізь воду; просторова організація елементів дає можливість проникати світлу крізь скульптуру, посилюючи ефект легкості та множинності;
- холодний блиск сталі та динамічний контур корпусу й хвоста поєднують високотехнологічну естетику з метафорою живої морської істоти та пам'яті.

Сучасні металеві звукові системи поєднують акустичне моделювання, аеродинамічні та гідроакустичні розрахунки з проектуванням механічних

конструкцій. Багатоканальні електроакустичні комплекси інтегрують сенсорні інтерфейси, інтерактивні сценарії та просторове озвучення.

Показовим прикладом групи *вітрових звукових* об'єктів є публічна музична скульптура-інсталяція з оцинкованої сталі «Співоче Дзвонове Дерево» (*Singing Ringing Tree, 2007*) у Бернлі, Велика Британія, створена Майком Тонкіним (*Mike Tonkin*) і Анною Ліу (*Ann Liu*) [135]. Об'єкт являє собою триметрову конструкцію, подібну до дерева, утворену шарами металевих труб, розташованих із послідовним поворотом приблизно на 15° між кожним рівнем (іл. Б.2.3.12). Скульптура генерує звуки в діапазоні кількох октав залежно від напрямку й сили вітру, що стало можливим завдяки попередньому акустичному моделюванню з урахуванням аеродинаміки місцевості. Засоби дизайну:

- скульптура-інсталяція формує у плані та профілі силует дерева, що вигнулося під вітром, труби утворює стовбур і крону, які асиметрично нахилені у бік панівних вітрів;

- встановлений на вершині пагорба об'єкт нагадує дивний орієнтир-маяк, його силует видно здалеку;

- ритм труб і кільцевих швів формує виразний лінійний рисунок, що підсилюється світлотінню, блиск сталі резонує з небом і кольорами ландшафту; об'єкт створює дисонуючий «хор» у кількох октавах і робить ландшафт чутним, перетворюючи вітер на відчутну подію;

- формально це абстракція дерева та вітрового інструмента, образно – символ відродження постіндустріального регіону, знак нової ідентичності.

Складніше влаштована конструкція великої акустичної вітрової скульптури-інсталяції «Еол» (*Aeolus, 2011*) британського художника Люка Джеррама (*Luke Jerram*), яка поєднує властивості духової та струнної систем [97]. Інсталяція складається з приблизно 310 трубок із нержавіючої сталі, що звучать під дією вітру, та з'єднаних із ними струн арфи, резонанс яких передається глядачам крізь каркасну оболонку. Проектування установки здійснювалося у співпраці з британськими науковими установами, які спеціалізуються на вивченні звуку та вібрацій (іл. Б.2.3.13). Засоби дизайну скульптури «Еол»:

– сферична арка нагадує гібрид між гігантським музичним інструментом і футуристичним павільйоном;

– у кожній конкретній топографії скульптура по-різному формує горизонт, як рамка для пейзажу й неба, та змушує відчувати вітер та світло;

– мембрани зі струн, натягнутих в конструкції, вібрують під дією вітру, передають її в труби, які генерують звуки низької частоти; значну роль у сприйнятті цього «природного звукового перформансу» відіграє оптичний аспект: сонячне світло відбивається як від зовнішніх поверхонь труб, так і від внутрішніх, що візуально перевертають навколишній простір з точки зору спостерігача;

– інсталяція поєднує інженерну раціональність із поетичною метою – відчувати вітер і світло як матеріал простору.

В основі роботи восьми-канальної *керованої звукової* скульптури-інсталяції «Рій» (*Swarm*) італійсько-німецького художника Тімо Калена (*Timo Kahlen*) лежить програмована звукова драматургія, що керує пристроями-перетворювачами електричного сигналу на механічні коливання корпусу та системою динаміків [146]. Об'єкт у вигляді піднятого над землею 8-метрового сталевго блоку був встановлений на Бієнале MANIFESTA 7 у Трентіно, Італія, у 2008 році. Він «блокував» вхід відвідувачів до основної експозиції звукового мистецтва (іл. Б.2.3.14). Засоби дизайну скульптури-інсталяції «Рій»:

– це сталевий блок без фігуративних деталей, злегка піднятий над землею;

– об'єкт діє як пороговий елемент, змушуючи глядача наближатися до нього, потрапляючи в зону максимальної акустичної й вібраційної інтенсивності;

– під звуковим впливом розміщених всередині динаміків поверхня скульптури вібрує, надаючи можливість глядачам відчувати тактильну присутність;

– за наближення відвідувачів інсталяція підсилювала звук бджолиного рою до агресивного рівня, унаслідок чого відбувався синтез металу як механічного резонатора та електронно згенерованого звуку.

Пасивну водну звукову скульптуру-інсталяцію репрезентує унікальна велика публічна музична 15-метрова гідроакустична вежа з кортенової сталі, «Орган

припливу» (*High Tide Organ, 2002*), створена британськими дизайнерами Ліамом Кертіном (*Liam Curtin*) і Джоном Гудінгом (*John Gooding*) та зведена на набережній Блекпулу у Великій Британії [123]. Конструкція, подібна за силуетом до збільшеного грифу скрипки, поєднувала корозійностійкий кортен із цинковими та мідними листами та проіснувала близько двадцяти років, доки на початку 2022 року не була демонтована через відсутність належного технічного обслуговування (іл. Б.2.3.15). Засоби дизайну:

- синтез гідравлічної, акустичної та скульптурної систем – вісімнадцять труб, розміщених під набережною, в яких під час припливу морська вода витісняла повітря, що приводило в дію органічні труби всередині вежі;
- морський орган міського простору набережної;
- водяно-повітряна акустика металу;
- генерація високочастотних звуків, найбільш інтенсивних під час штормів, нагадує мінімалістичну музику, але з випадковими дисонансами; містяни можуть «слухати море», не спускаючись на пляж, скульптура стає посередником між природним і штучним середовищем.

У такому типі просторової металевої форми, як *організмичні біоміметичні морфології*, об'єкт відображає структуру організму за своєю структурною та функціональною логікою. Геометрія елементів форми тут близька до біологічних систем – нервових мереж, рослинних стебел, коралів тощо. Робота конструкції відтворює властиві їм механізми розподілу навантажень, адаптації й «росту». До біоміметичної парадигми належить, зокрема, проєкт О. Зьонти NAWA, розглянутий у технологічному аспекті в попередньому підрозділі. У контексті біоніки ключовою є технологія FiDU, що емулює природний процес формоутворення жорстких порожнистих структур під дією внутрішнього тиску й є інженерною аналогією тургорного тиску в рослинах: плоскі сталеві заготовки зварюють по контуру та надувають стисненим повітрям, унаслідок чого вони набувають тривимірної форми з високою жорсткістю за незначної маси (іл. Б.2.3.2). Успіх павільйону визначається передусім інноваційними конструктивними параметрами й фізичним процесом формування, а вже потім –

емоційним впливом; завдяки цьому об'єкт породжує низку асоціацій (металева хвиля, серія готичних арок, біонічна форма, фрагмент «нервової системи» міста), але ці образи є похідними від біоміметичної технології.

Біоморфна традиція в дизайні європейських металевих скульптур-інсталяцій першої чверті XXI століття зазнала суттєвої трансформації. Це проявилось в формуванні оновленої матеріальної мови, нових типів просторової організації, змісту та типу взаємодії з глядачем. Водночас емоційно-чуттєвий, романтичний та спонтанний потенціал біоморфних об'єктів не втрачає своєї актуальності, а, навпаки, інтегрується в нові художні стратегії сучасної мистецької практики.

Одним з характерних прикладів *пластичної біоморфної абстракції* у європейській металевій скульптурі початку XXI століття є серія абстрактних колоноподібних скульптур із нержавіючої сталі або бронзи британського скульптора Ентоні Крегга (*Anthony Cragg*) [60]. Вони мають вигляд вертикальних динамічних пластичних колон, які переслідують формальну мету інтерпретації вихрового руху. Прикладом є скульптури-інсталяції 2020 року «Точки зору» (*Points of view*), створена з різних металів, в тому числі патинованої бронзи та нержавіючої сталі. Її абстрактні динамічні форми створюють враження рідкої металевої маси. В природному оточенні ці скульптури інтегруються в нього, контрастуючи з рослинністю та міською забудовою (іл. Б.2.2.16). Формально-естетичні принципи дизайну скульптур-інсталяцій «Точки зору»:

- витягнуті абстрактні металеві колони є багатошаровими профілями та западинами, закрученими в спіраль-но-хвилеподібні об'єми;

- три колони розташовуються на рівних відстанях одна від одної, утворюючи трикутник в просторі з невидимим «силовим полем» між ними;

- темна поверхня бронзи є твердою, але завдяки криволінійності здається рухливою, особливо при зміні освітлення, коли світлотінню підкреслюється ефект текучості;

- при огляді інсталяції контури колон постійно змінюються, окреслюючи невловимі профілі, що нагадують фігури людей, які швидко з'являються та

зникають; образ скульптур прямо залежить від точки зору глядача, на що прямо вказує назва – таким чином створюється метафора множинності людської природи й думок.

Елегантні та мінімалістичні скульптури 2015 року з нержавіючої сталі британського скульптора Марка Куінна із серії монументальних абстрактних металевих скульптур-інсталяцій «Замерзла хвиля» (*Frozen Waves*) походять із залишків мушель, підданих ерозії морськими хвилями. Вони є «мимолітним портретом природи» [104]. Технологія виробництва включає тривимірне сканування фрагмента черепашки, цифрове масштабування, ЧПК-фрезерування полістиролової форми та її розрізання, лиття в нержавіючу сталь з подальшим зварюванням фрагментів і шліфуванням. За типом конструкції ці естетичні інтерпретації природної форми є *біоморфною* абстракцією з природною топографією ерозії (іл. Б.2.2.17). Засоби дизайну скульптур-інсталяцій «Замерзла хвиля»:

- форми є збільшеними в багато разів формами еродованих залишків морських мушель з полірованої нержавіючої сталі;
- криволінійна топологія мушель з неправильною геометрією, позбавленою симетричних осей, зафіксована автором у монументальному масштабі; плавна безперервна зовнішня крива поєднується з локальними «зламаними» площинами й заглибленнями, що зберігають натяк на первісну спіральну структуру мушлі;
- фрагментована дзеркально-матова сталева поверхня;
- у міському середовищі, на площі, вони сприймаються як «хвилі», й як викладені великі уламки раковин із частково дзеркальною, частково реалістичною текстурою, де дзеркальні частини імітують засвічену частину хвилі, скам'янілі – текстурну.

Великомасштабна параметрична публічна скульптура-інсталяція «Нескінченне Накопичення» (*Infinite Accumulation*) японської художниці Яйой Кусами (*Yayoi Kusama*), встановлена в 2024 році в Лондоні, представляє собою металеве середовище з органічних клітинних форм [164]. Її образна форма складається з сотень сталевих дзеркальних сфер із полірованої нержавіючої сталі,

з'єднаних вигнутими трубами. Група цих «молекулярних дерев» або «клітинних форм» створює абстрактний метафоричний ландшафт металевої «хмари» (іл. Б.2.3.18). Відкрита композиція цього урбаністичного об'єкту інтегрується з потоком людей, що рухаються в районі станції Liverpool Street / Elizabeth Line. Формально-естетичні засоби дизайну скульптури-інсталяції «Нескінченне Накопичення»:

- безперервний ланцюг «клітинних» сфер, з'єднаних хвилястими лініями;
- структура нагадує поєднання клітин, формує ритм послідовних «порталів» і вигнутих консолей різної висоти над площею, інтегруючись в публічний транспортний простір;

- кожна сфера має дзеркальну поверхню, яка відбиває оточення разом з перехожими у спотворених масштабах перетворюючись на мерехтливу світлову графіку;

- дзеркальні поверхні елементів інсталяції створюють ефект «паріння» й органічної динаміки: естетично-філософський аспект інсталяції – викликати відчуття нескінченності, множинності, космічної мережі.

Підсумовуючи аналіз технологіям, структурам і формально-естетичним засобам дизайну скульптур-інсталяцій Європи ХХІ століття, можна окреслити наступне:

- базові засоби параметричного дизайну, які нині застосовуються в розробці скульптур-інсталяцій: генеративний дизайн, структурна оптимізація, середовищне моделювання, алгоритмічний дизайн, адаптивна геометрія;

- інші технології: адитивна технологія 3D-друку металом; вільне холодне формування (розтяг-стиск листа);

- структурні особливості: решітчасті структури (нерегулярні хаотичні решітки, розшаровані решітки), торсійні форми, модульні структури («рої та поля елементів»), біоміметичні структури;

- усталені форми: звукові скульптури-інсталяції (вітрові, механічно керовані, пасивні водні);

- біоморфні об'єкти (пластична біоморфна абстракція, органічні клітинні

форми);

– формально-естетичні засоби дизайну сучасних скульптур-інсталяцій за параметрами: геометрія та морфологія; просторово-композиційна організація; світло, колір, матеріал, структура; перцептивно-образні аспекти, проаналізовані у даному підрозділі, зведені в таблиці 2.

2.4. Дизайн, технології виготовлення та типологія сучасних металевих інсталяцій

Металеві інсталяції працюють як середовища, що трансформують архітектурний, ландшафтний чи урбаністичний контекст. Завдяки конструктивним можливостям металу дизайнери отримують інструмент для створення масштабних, динамічних та інтерактивних форм. Металеві інсталяції часто інтегрують рух, звук, світло або медіа, перетворюючи глядача з пасивного спостерігача на учасника події.

Спеціально для проектування тимчасової публічної місцево-специфічної об'ємно-просторової інсталяції-павільйону перед галереєю Serpentine (*Serpentine Pavilion, 2013*) у Кенсінгтонських садах, Лондон, авторства запрошеного японського архітектора Соу Фудзімото (*Sou Fujimoto*), інженерна команда AECOM розробила параметричний програмний інструментарій на базі *алгоритмічного формоутворення та генеративної оптимізації* (іл. Б.2.4.1). Параметричний процес дозволив швидко обмінюватися інформацією між архітектором та командою дизайнерів, суттєво спростив початковий занадто складний концепт автора проекту, автоматизував генерацію великої кількості елементів, зменшив обсяг креслень з єдиної 3D-моделі до одного креслення та пришвидшив завершення робіт у дуже стислий термін – за декілька тижнів [59]. Експериментальна архітектурна інсталяція має вигляд хмари з 20-міліметрових квадратних у перетині сталевих труб, пофарбованих у білий колір. Складна металева решітка створює напівпрозору структуру змінної щільності. Формально-естетичні засоби дизайну павільйону «Serpentine 2013»:

- модульна кубічна тривимірна ґратка із градієнтом щільності;
- напівпрозора павільйонна «хмара» над землею;
- біла металева решітка високої прозорості;
- злиття металевої решітки з оточуючими деревами саду та класичним фасадом східного крила галереї; ефект дематеріалізованого павільйону-хмари.

Застосування *алгоритмічних засобів дизайну* дозволило точно з'єднати майже 170 тисяч алюмінієвих та сталевих компонентів, які збиралися в шестикутники в 17-метровій ґратчастій конструкції інтерактивної абстрактної світло-звуковій інсталяції-павільйону «Вулик» (*The Hive*), спроектованого британським художником Вольфгангом Баттрессом (*Wolfgang Buttress*) у партнерстві з дизайнером та інженером Трістаном Сіммондсом (*Tristan Simmonds*) (іл. Б.2.4.2). За функцією його можна назвати мультимедійною об'ємно-просторовою інсталяцією. В ньому було майстерно відтворене життя бджолиного вулика через інтерактивні аудіо та візуальні ефекти, пов'язані з бджолиним роєм. Проект представляв Великобританію на Експо 2015 у Мілані. Після закінчення виставки структура була розібрана, транспортована та встановлена в Лондоні в тому ж році як постійна інсталяція. За допомогою параметричних скриптів, закладених в інженерні розрахунки, було створено САД-модель складної решітки з 32 шарів спіральних шестикутних комірок, організованих у купол із порожнім простором всередині [142]. Завдяки застосуванню програмних алгоритмів *інтерактивного середовищного моделювання* відвідувачі отримували унікальний мультисенсорний досвід життя бджолиного рою з пульсуючими звуками та світлом. Засоби дизайну інсталяції «Вулик»:

- багат шарова параметрична гексагональна алюмінієва решітка-купол;
- вертикальна домінанта луку; імерсійний простір всередині купола;
- гексагональна алюмінієва решітка з інтегрованим освітленням;
- невидимі процеси в реальному вулику перекладаються в чуттєво доступну світло-просторову форму.

Засоби середовищне моделювання з адаптивною системою керування застосовувались для розробки ефемерного простору тимчасового експозиційного медіа-павільйону-інсталяції «Розмита будівля» (*Blur Building*), спроектованого архітекторами Діллером Солфідіо (Diller Scofidio) + Renfro для Swiss Expo 2002 (іл. Б.2.4.3). Ця об'ємно-просторова інсталяція розташовувалася над озером Невшатель, Швейцарія. Її основу становила дворівнева платформа, на якій був закріплений легкий металевий каркас із тисячами форсунок, що розпилювали відфільтровану воду з озера, створюючи об'ємну туманну хмару розміром близько 60 на 90 метрів та висотою 65-75 метрів. Постійно змінна форма хмари контролювалась адаптивною системою керування з метеорологічної станції, яка була встановлена на вершині конструкції. Від неї в реальному часі надходили дані вологості, температури повітря, напрямку та швидкості вітру. Залежно від цих даних зменшувався, або збільшувався тиск у форсунках. Це був приклад «перформативної архітектури атмосфери» [51], де форма була недетермінована та змінювалась у реальному часі. Засоби дизайну інсталяції «Розмита будівля»:

- радикальна заміна твердої архітектурної форми атмосферною – керованою хмарою туману з форсунок металевого каркасу;
- оптична невизначеність і драматургія маршруту від ясного простору до «розмитого» середовища;
- контекстом і будівельним матеріалом об'єкту стає вода, металеві рівні працюють як сцена «відсутності» інсталяції в тумані;
- ефект дематеріалізації архітектурного простору.

Найбільш наглядними прикладами застосування *субтрактивної технології лазерного різання* металу є роботи французького архітектора Марка Форнеса (*Marc Fornes*), який спеціалізується на тонкоскелетних оболонках з алюмінію, зібраних із тисяч індивідуально вирізаних панелей зі складною криволінійною перфорацією [103]. У його проєктах, таких як публічна інсталяція-павільйон «Плісироване надування» (*Pleated Inflation, 2015*), Аржель-сюр-Мер, Франція, застосовано лазерне різання 990 тонких черепиць із алюмінію, які згодом були з'єднані заклепками в самонесну оболонку складної форми (іл. Б.2.4.4). У

зібраному вигляді оболонка має «калібровану пористість», через яку м'яко фільтрується світло, створюючи мереживо тіней усередині павільйону [120].

Засоби дизайну павільйону «Плісироване надування»:

- алгоритмічна трансформація плоских контурів у легку об'ємну оболонку;
- пористість поверхонь і візерунки тіней інтегрують конструкцію, орнамент і зручність для комунікації у єдиний соціальний простір, повністю відкритий для ландшафту;

- шарувата черепична текстура тіней; градієнти кольору павільйону-амфітеатру;

- неформальний центр шкільного подвір'я для проведення зустрічей та імпровізованих вистав.

Фрезерна обробка з числовим програмним керуванням, яка належить до субтрактивних технологій, як процес механічної обробки металу застосовується на фінальних етапах виробництва складних скульптурних конструкцій. Процес полягає у видаленні матеріалу обертовим ріжучим інструментом (фреза) за запрограмованою траєкторією руху з точністю до частин міліметра, дозволяючи втілити складні тривимірні форми металевих об'єктів і розширити межі дизайну.

ЧПК-фрезерування було застосовано для елементів великомасштабної кінетичної інсталяції медіа-інсталяції-фасаду «Бруталістичний гобелен» (*Brutalist Tapestry, 2018*) у тунелі *Біч-стріт*, район Барбікан, Лондон, під авторством Jason Bruges Studio. Конструкція складається з 258 індивідуальних деталей з алюмінію та сталі, оброблених методом ЧПК-фрезерування для досягнення необхідної точності та високої якості поверхні [45]. Елементи механічно приводяться в рух важелями, відображаючи різноманітні візерунки та зображення, відтворюючи «бруталістські» фактури бетонних поверхонь архітектурного комплексу Барбікан (іл. Б.2.4.5).

Формально-естетичні засоби дизайну інсталяції «Бруталістичний гобелен»:

- активований фасад тунелю із тригранних кольорових кінетичних елементів;

- переосмислення стіни автомобільно-пішохідного тунелю;

– гра світла та тіні в напівтемному просторі тунелю пом'якшує відчуття замкнутості;

– інтерактивне включення публіки через хештеги інтерактивно змінює візерунки інсталяції, тунель стає індикатором активності насиченого культурного життя району.

Локальне радіусне холодне гнуття та вальцювання тонколистих заготовок із групи технологій холодного листового формування застосовується в операціях точкового підгинання по шаблонах з подальшим вальцюванням у 2010-х роках італійським художником Лорісом Чеккіні (*Loris Cecchini*) у серії модульних просторових інсталяцій «Водяні кістки» (*Water Bones*) (іл. Б.2.4.6). Інсталяції складаються з сотень тонких сталевих модулів, з'єднаних у органічні кластери [132]. Завдяки прецизійній обробці металу, ці модулі нагадують кістяки морських істот або молекулярні структури. Кожна інсталяція місцево-специфічна, вони адаптуються до різних просторів, «нарошуючи» модульну форму на стіні чи стелі, що надає творам відчуття мобільності. У виробництві конструкції використано також лазерне різання модулів та болтові з'єднання в просторові решітки. Засоби дизайну інсталяцій «Водяні кістки»:

– алгоритмічно розрахована агрегація однакових сталевих модулів;

– відшліфовані поверхні, візуальна невагомість і відсутність ієрархічного центру формують «молекулярну» топографію, де наукові й природні образи, «розтікаючись» по поверхнях підхоплюють геометрію будівель і водночас порушують їх ортогональність;

– перетворення поверхонь на основи активних клітинних «мембран», що знаходяться в стані безперервного зростання; додання до архітектури розмитих рефлексів світла;

– біоморфна мембрана міського середовища.

Просторові каркаси з регулярними, або нерегулярними елементами з дротів або сіток, конфігурації з однією, або кількома безперервними поверхнями, що закручуються, перетікають одна в одну без розривів, як правило, розраховуються алгоритмічними методами дизайну. Такі топології європейських металевих

об'єктів просторової пластики доречно об'єднати терміном «*топології великої обчислювальної складності*».

Решітчасті структури цього класу топологій мають описані вище ортогональні сталеві решітки з регулярною геометричною схемою павільйону «Серпентайн» 2013 року (іл. Б.2.3.1) та павільйон «Вулик», що є складною решітчастою радіальною системою з багатьох елементів, які складають решітку з фрактальною організацією (іл. Б.2.3.2).

Ґрунтуючись на ідеї міражу, природного оптичного явища, в якому світлові промені заломлюються, створюючи зміщене зображення віддалених об'єктів або неба, хорватська команда дизайнерів створила «Плавучий павільйон Хорватії» (*Padiglione galleggiante della Croazia*). Ця тимчасова плавуча виставкова інсталяція-оболонка представляла мистецтво та архітектуру Хорватії на Венеційській бієнале 2010 року [130]. Автори дотримувались принципів Фата-Моргани, складної форми міражу, яку можна побачити вузькою смужкою прямо над горизонтом. Конструкцію розмірами 10x20x3 м у вигляді сталеві розширеної решітки з варіативною щільністю було змонтовано на баржі (іл. Б.2.4.7). Засоби дизайну інсталяції «Плавучий павільйон Хорватії»:

- багатошарова ґратчаста геометрія, градієнт щільності;
- напівпрозорість і внутрішній простір перетворюють технічну масу сталі на візуально легку, майже невидиму здалека оболонку, що взаємодіє з водою, портовим ландшафтом і рухом глядача як мобільна просторово-оптична інсталяція;
- сталева градієнтна ґратчаста оболонка;
- незвичне відчуття простору простими засобами через контроль видимості та ґру прозорості.

Сталеві *сітчасті структури*, приклади яких були розглянуті в попередньому підрозділі, можуть створювати чітке розділення між публічним і приватним простором. У міському просторі такі елементи поєднують дизайн, архітектуру та мистецтво. Завіса з нержавіючої сталі довжиною 250 метрів на території фабрики Swarovski у Ваттерсі, Австрія, спроектована у 2007 році

студією Regina Dahmen-Ingenhoven, є архітектурною фасадною інсталяцією-оболонкою [77]. Вона відокремлює офіси компанії від публічного простору, створюючи відчуття безпеки та приватності. Також сітка є естетичним блискучим елементом входу на територію фабрики (іл. Б.2.4.8). Формально-естетичні засоби дизайну завіси з нержавіючої сталі фабрики Swarovski:

- напівпрозора металева штора, хвиляста у профілі;
- просторовий фільтр між містом і фабрикою;
- кристалічний блиск на сонці, зерниста структура при підсвічуванні;
- одночасно маскування фабричного периметру та репрезентація його як сяючої, текстильно-металевої вуалі у міському просторі.

Тонкоскелетні оболонки – це криволінійні одно- (сфера, площина, купол, суцільна оболонка) або багатоз'язні (тор, наявність отворів та перфорацій) поверхні з мінімальною товщиною матеріалу. Цілісна поверхня об'єкту зазвичай сама по собі несе структурне навантаження без додаткового каркасу. Це напружені та геометрично складні павільйони та публічні інсталяції створюють відчуття єдиного «шару», що огортає простір.

Для Фестивалю Живої Архітектури 2015 (*Festival des Architectures Vives*) у місті Монпельє, Франція, у внутрішньому невеликому дворі одного з особняків була розміщена тимчасова архітектурна інсталяція-навіс «Хмарний пейзаж» (*Cloudscape*). Створена берлінським архітектурним бюро ФАКТ, вона представляє собою легку підвісну оболонку з двох тонких вигнутих перфорованих листів алюмінію розміром 6,4 x 4,5 м [42]. Сучасний параметричний вигляд блискучих металевих листів контрастує зі старим історичним простором двору (іл. Б.2.4.9). Засоби дизайну інсталяції «Хмарний пейзаж»:

- подвійно вигнута форма з двох перфорованих алюмінієвих листів, підвішена на тросах між фасадами;
- м'яка хмарна рамка простору під небом;
- змінення відчуття цього простору та м'якого світла, яке відбивається від поверхонь, створюючи динаміку тіней на мощенні;

– легкість, невагомість, напівпрозорість, мерехтіння світла й тіней перетворюють об’єкт на світ ефемерного буття, який модифікує сприйняття простору двору.

Архітектурна додаткова конструкція, павільйон-добудова до скляного фасаду – інсталяція-оболонка ресторану до готелю Best Western Baltic у місті Сундвалль, Швеція, оточена напівпрозорим металевим «балдахіном» [106]. Вона була розроблена стокгольмською студією The Common Office у 2015 році. Хвиляста модульна металева завіса з перфорованих листів алюмінію товщиною 4 мм поєднує архітектурну, естетичну та утилітарну функції (іл. Б.2.4.10). Формально-естетичні засоби дизайну балдахіна-завіси ресторану готелю Best Western Baltic:

- архетип драпірованої балдахінової оболонки збільшено до масштабу фасаду й перетворено на хвилясту металеву завісу;
- напівзакритий простір перед готелем; штора між готелем і вулицею;
- світлотіньовий ефект і відчуття приватності у відвідувачів ресторану; створення м’якого розсіяного світла всередині;
- контраст з фасадом історичного готелю, інтеграція сучасної виразної ресторанної вставки в старовинний історичний контекст.

Лінійно-стрічкові структури – це одновимірні траєкторії в просторі зі змінним перерізом вздовж ліній. Ознаки цих структур: довгі «стрічки», хвилі, стіни з повторюваних панелей, ламелей або рам. Металеві інсталяції з лінійно-стрічковими структурами часто виконують роль екранів, бар’єрів, звуко- та вітрозахисту. Ці дизайн-проекти поєднують мистецтво, міську інфраструктуру та ідентичність громади.

Довга хвилеподібна стрічка «Переріз» (*Cutting Edge*), що є частиною монументальної міської ландшафтної інсталяції-водограю авторства Si Applied Ltd, зібрана в 2000 році з каркасних секцій нержавіючої сталі. Вона утворює вигнутий екран-бар’єр між пішоходами та транспортом у Шеффілді, Велика Британія [76]. Структура є прикладом лінійно-стрічкової конструкції з акустичною та естетичною функцією. Модульні рами, розвернуті під різними

кутами, формують звивисту скульптуру завдовжки 90 м, яка на одному кінці має форму тонкого еліптичного леза висотою 4,5 м і переходить до круглої форми перерізу висотою 1 м на іншому кінці. Функція цього бар'єру – знизити шум транспорту, а також акцентувати увагу перехожих на звуки фонтанів, які розташовані з іншої сторони переходу (іл. Б.2.4.11). Засоби дизайну інсталяції «Переріз»:

- зміна перерізу стрічки від циліндра до тонкого еліпса;
- лінійна водна стіна на маршруті між вокзалом і центром міста;
- поєднання дзеркальної й сатинової поверхонь з нержавіючої сталі, інтеграція води й світла;
- прив'язка інсталяції до рельєфу створює для пішоходів емоційно насичений маршрут між вокзалом і містом.

Єдина пішохідна стрічка із кортенової сталі «Петля» (*The Loop*), що простягається у парку Веребро у Копенгагені, об'єднує місцеву інфраструктуру на площі 500 м², функціонуючи як соціально значимий мистецький проєкт. За типом її можна визначити як публічну архітектурно-ландшафтну інсталяцію та ігровий об'єкт. Вона була розроблена данським архітектурним бюро Holscher Nordberg і встановлена у 2016 році [144]. Стрічка утворює доріжку, гірку з полірованою поверхнею та піднятий пішохідний перехід. Кортенова сталь доріжок створює візуальну гармонію з парковим ландшафтом (іл. Б.2.4.12). Засоби дизайну інсталяції «Петля»:

- єдина металева конструкція має сталеву стрічкоподібну геометрію змінного профілю;
- новий соціальний осередок працює як шлях, міст, рампа й гірка; простий, але виразний жест у зеленому просторі житлового району;
- матова сталева конструкція, полірована поверхня ковзання;
- фізичний та ментальний міст між різними користувачами.

Динамічний та яскравий громадський простір площею 500 м² «Олдгейт, кручена стрічка» (*Aldgate Twisted Ribbon*) був спроектований нідерландським архітектурним бюро Carve у співпраці з Townshend Landscape Architects і

введений в експлуатацію в 2024 році в районі Aldgate міста Лондона [36]. Його можна охарактеризувати як публічну багатофункційну ландшафтно-ігрову інсталяцію. Основою лінійно-стрічкової конструкції є сталева стрічка з яскравим червоно-помаранчевим порошковим фарбуванням, яка постійно змінює форму. Вона має трикутний переріз, що обертається на 360° вздовж всієї траєкторії. Таким чином стрічка набуває різних форм, створюючи нескінчену варіативність функцій та естетичних ефектів (іл. Б.2.4.13). Засоби дизайну конструкцій «Олдгейт, кручена стрічка»:

- яскрава сталева торсійна стрічкова структура з трикутним перерізом, що проходить крізь простір між офісами й постійно змінює конфігурацію:

- майданчики активності з безперервною геометрією та різними сценаріями: від лави та столу до мостика, ігрового майданчика, тренажера та сцени;

- тепла колірна гамма, інтеграція дерев'яних сидінь;

- мульти-функціональний інклюзивний простір гри, відпочинку й спільної присутності.

Роботи швейцарської скульпторки Віри Рем (*Vera Röhm*) часто побудовані на використанні численних металевих кубів, які можна віднести до групи *кубічних* агрегатів. Кубічна форма закладена в концепції її творчості, де вона має подвійне значення: з одного боку куб символізує Землю, з іншого – темне нічне тіло. Показовим є модульний агрегат просторової концептуальної інсталяції «Ніч – це тінь Землі» (*Die Nacht ist der Schatten der Erde*) з 25 алюмінієвих кубів, пофарбованих у чорний, розміщених у шаховому порядку перед будівлею гранд-готелю в Бад-Рагарці під час 8-ї Швейцарській трієнале скульптури 2021 року. На кожному кубі лазерним різанням виконано та підсвічено зсередини вислів «Ніч – це тінь Землі» філософа Йоганна Леонарда Фріша різними мовами (іл. Б.2.4.14). Формально-естетичні засоби дизайну інсталяції «Ніч — це тінь Землі»:

- просторово-геометрична структура за принципом гномона, геометрична ясність форми;

- розсіяне поле ліхтарів у просторі; вдень взаємодія з тінню;

– чорна поверхня як «нічна Земля», сяюче багатомовне письмо як космічне світло й рухома тінь як документ астрономічного часу формують розсіяне поле темних ліхтарів;

– дослідження взаємодії астрономії, філософії, геометрії та поезії; наукова, поетична й культурна рефлексія матеріалізуються в єдиний просторовий діалог тіні й світла, Землі й Космосу, одиничного й загальнолюдського.

Британський скульптор Конрад Шокрос (*Conrad Shawcross*) експонував у 2015 році в дворі Королівської академії мистецтв у Лондоні публічну скульптурну накривну інсталяцію з кортенової сталі «Плямисте світло сонця» (*The Dappled Light of the Sun*), яку можна віднести до *роїв елементів* [154]. Ця модульна система складається з ієрархічної хмари тетраєдрів. На першому рівні трикутна пластина, на другому – тетраєдр (агрегат з чотирьох трикутників), на третьому – хмара приблизно в 1600 тетраєдрів, на четвертому – поле з п'яти хмар (іл. Б.2.4.15).

Формально-естетичні засоби дизайну інсталяції «Плямисте світло сонця»:

– складна багат шарова структура, де базовим модулем є тетраєдр, повторений у сотнях варіацій та об'єднаний у хвилеподібні кластери, що нагадують крони чи хмари; вивітрена сталь з іржаво-коричневим тоном, що підкреслює поєднання строгої геометрії й органічних асоціацій;

– агрегована параметрична просторова «крона»;

– драматургія плямистого світла, яке виникає завдяки проникненню сонячних променів крізь численні проміжки між тетраєдрами;

– абстрактна геометрична модель переходить у тілесний досвід тіні, прохолоди й спільної присутності завдяки бажанню художника поєднати практичний досвід з науковою теорією.

Одною з характерних ознак *ієрархічної модульної системи* є «деревоподібна» структура. Таку просторову організацію мають чотири несівні опори тимчасового виставкового павільйону-інсталяції «Додано. Значення» (*Mehr.WERT.Pavillon*), розробленому студентами Технологічного інституту Карлсруе (KIT) спільно з архітектурним бюро 2hs у 2019 році [66]. Несуча система павільйону утворена з перероблених трубних елементів, змонтованих у формі

чотирьох асиметрично нахилених «дерев», які підтримують кубічний об'єм оболонки; фасади й покрівля виконані з панелей, виготовлених з переробленого скла на металевих каркасах (іл. Б.2.4.16). Засоби дизайну павільйону «Додано. Значення»:

- чотири асиметрично нахилені «стволи-дерева» несучої системи тримає кубічний об'єм, де інженерна логіка підкреслено експонується як головний пластичний мотив;

- піднятий куб із відкритим підпростором;

- елементи павільйону – фасадна решітка, грубий мінеральний настил, меблі послідовно транслюються в естетику «чистої матеріальності» та конструктивної чесності;

- концепція об'єкта ґрунтується на зміні парадигми використання ресурсів і принципах циркулятивної економіки, що передбачає замкнені матеріальні цикли та можливість повторного використання будівельних компонентів.

У контексті інноваційних технологічних процесів спостерігається помітний зсув від *біоформалізму*, зорієнтованого переважно на естетизацію органічних форм, до *біоміметики*, у межах якої пріоритет надається науково обґрунтованому моделюванню функціональних характеристик природних структур. Біоміметика притаманна новітнім формам металевої пластики. Концептуальна основа біоміметичних структур базується на копіюванні функціональних принципів, реалізованих у природі. Йдеться про свідому цілеспрямовану імітацію природних механізмів і процесів, виявлених у ході біологічних досліджень. Вони спрямовані на матеріальну оптимізацію та енергоефективність об'єктів.

До *організмичних* біоміметичних структур належить експериментальний проєкт Королівської данської академії (*Royal Danish Academy, CITA*) «Навантажена оболонка» (*Stressed Skin, 2015 p.*), вперше репрезентована в Данському музеї дизайну в Копенгагені [140]. Експериментальна просторова інсталяція-оболонка має характер напівмонокока та ґрунтується на ідеї системи, де тонка металева «шкіра» за мінімальної товщини сприймає значну частину навантажень, працюючи спільно з локальними ребрами жорсткості. Конструкція

складається зі 186 унікальних сталевих панелей, закріплених на жорсткому каркасі та сформованих у зовнішній та внутрішній шари; рельєфні вдавлення на поверхні панелей не є декоративними, а спеціально змодельовані для підсилення несучої здатності за аналогією до ущільнень, що спостерігаються в кістках, корі дерев, черепашках та інших біологічних оболонках (іл. Б.2.4.17). Розподіл напружень закладено в тривимірних цифрових моделях, за якими здійснюють роботизоване формування листів; завдяки цьому процесу тонкі металеві елементи набувають високої міцності й жорсткості без збільшення товщини. Засоби дизайну «Навантаженої оболонки»:

- тонкий сталевий лист, локально випуклий та рельєфний, зі змінною товщиною, жорсткістю та складної текстури формує плоскі та підсилені зони; формотворення безпосередньо підпорядковане розподілу зусиль, які залежать від конструктивної роботи оболонки;

- оптимізований контур оболонкової форми може бути ефективно реалізований в інсталяційних проєктах;

- світло підкреслює «м'язову» пластику конструкції;

- високотехнологічна металева оболонка на рівні сприйняття візуалізує стан «напруженої шкіри» як живого тіла.

Метафоричне осмислення руху та образу демонструється в біоморфній тимчасовій параметричній просторово-світловій інсталяції «Золотий Метелик» (*Papillon d'Or*) авторства команди дизайнерів Крістіни Нан (*Cristina Nan*), Дірсе Медіни Пататучі (*Dirce Medina Patatuchi*) та Карлоса Бауса Мартінеса (*Carlos Bausa Martínez*) на фестивалі в Монпельє, Франція, у 2019 році [118]. Конструкція складається з алюмінієвих панелей, прорізаних лазером і анодованих золотим покриттям. Вона демонструє сучасний для європейської просторової пластики підхід, в якому металева структура, розроблена методами параметричного дизайну, створює енторморфну абстракцію задля візуального ефекту (іл. Б.2.4.18). Формально-естетичні характеристики дизайну інсталяції «Золотий Метелик»:

- геометрична основа – параметризована мінімальна поверхня, яка була алгоритмічно оптимізована та панелізована на модулі, що формують об'ємний

силует метелика з притиснутими крилами;

– сприймається як просторовий павільйон, під яким можуть проходити відвідувачі; форма заповняє порожнину двору, але не торкається стін;

– крізь прорізану поверхню проходить світло, формуючи складні світлотіньові малюнки на мощенні й стінах;

– порожнина між гладкою золотою поверхнею інсталяції та кам'яними фасадами перевизначає історичний простір новою легкотілою геометрією; інсталяція показує візуальну легкість і конструктивну раціональність, контрастуючи зі старовинною архітектурою, символізує свободу, ефемерність і красу; безперервна хвиляста оболонка створює відчуття замороженого руху в момент польоту.

До типу *пасивних водних звукових інсталяцій* належить дощовий орган, фасадна звукова інженерна інсталяція «Співаючі водостічні труби Кунстгофпасаж» (*Kunsthofpassage Singing Drainpipes*) у Дрездені (Німеччина), створений 1999 року скульпторкою Аннет Поль (*Annette Paul*) за участю Крістофа Роснера (*Christoph Roßner*) та Андре Темпеля (*André Tempel*) на фасаді житлового будинку в студентському районі міста [69]. Інсталяція являє собою розгалужену систему металевих воронок і дренажних труб, закріплених на пофарбованій в бірюзові тони площині фасаду, які під час дощу спрямовують потоки води вниз, перетворюючи їх на своєрідні мелодійні звуки різної висоти (іл. Б.2.4.19).

Формально-естетичні характеристики дизайну інсталяції «Співаючі водостічні труби Кунстгофпасаж»:

– фасадна система труб і воронок;

– під час дощу вода, стікаючи зверху вниз по трубах і воронках інсталяції, активує всі рівні системи, і двір наповнюється звуком і рухом струменів, що візуально й акустично об'єднує простір; композиція інсталяції будується як «павутина» ліній, що сходяться до нижніх збірних елементів;

– гармонійне поєднання функцій реальної водостічної системи з акустичною інсталяцією, інтегрованою у щільно забудоване міське середовище;

– робота підкреслює ігрову естетику радості від дощу, змінюючи емоційну тональність двору, коли мешканці й відвідувачі починають чекати на дощ як на перформанс, а не як на незручність.

Підсумовуючи аналіз технологіям, структурам і формально-естетичним засобам дизайну інсталяцій Європи XXI століття, можна окреслити наступне:

– базові засоби параметричного дизайну, які нині застосовуються в розробці скульптур-інсталяцій: алгоритмічний дизайн, генеративний дизайн, середовищне моделювання, адаптивна геометрія;

– інші технології: субтрактивні технології лазерного різання металу та ЧПК-фрезерування; холодне листове формування (локальне радіусне холодне гнуття та вальцювання тонколистих заготовок);

– структурні особливості інсталяцій: решітчасті структури (радіальні решітки, ортогональні решітки, розшаровані решітки), сітчасті а лінійно-стрічкові структури, торсійні форми, модульні системи (кубічні агрегати, рої та поля елементів);

– новітні біоміметичні форми;

– усталені форми: біоморфні об'єкти, звукові пасивні водні інсталяції;

– формально-естетичні засоби дизайну сучасних інсталяцій за параметрами: геометрія та морфологія; просторово-композиційна організація; світло, колір, матеріал, структура; перцептивно-образні аспекти, проаналізовані у даному підрозділі, зведені в таблиці 3.

Висновки до 2-го розділу

1. Етап становлення металевої просторової пластики від 1960-х до початку XXI століття демонструє послідовний перехід від формальних експериментів до концептуально й соціально навантажених форм у публічному просторі. У 1960-х роках розквіт металевої пластики пов'язаний з абстрактними стальними скульптурами, орієнтованими на автономну формотворчість, масштаб і матеріальну експресію на тлі індустріальної модернізації. У 1970-х до них

додаються концептуальні й середовищні експерименти: ленд-арт, «соціальна скульптура», роботи, що виходять за межі постаменту й працюють із ландшафтом, екологією та залученням глядача як учасника. 1980-ті позначені посиленням образності та постмодерною множинністю стилів: металеві скульптури активніше апелюють до історії, поп-культури, локальної ідентичності, поєднують абстракцію з впізнаваними мотивами. У 1990-х відбувається системна концептуалізація та інтеграція металевої пластики в громадський простір: скульптура стає інструментом урбаністичних стратегій, роботи пов'язують із темами індустріальної спадщини, регенерації територій, брендингу міст. У сукупності ці етапи готують перехід до ситуації XXI століття, коли просторові металеві об'єкти мисляться вже не як ізольовані монументи, а як складні, технологічно, концептуально й соціально вбудовані елементи міського середовища.

2. Формально-естетичні засоби дизайну металевих скульптур Європи першої чверті XXI століття демонструють поступове зближення інженерно-технологічних інновацій із традицією монументальної пластики, що виразно простежується як у групі об'єктів, створених за допомогою сучасних технологій, так і в роботах з усталеними формами. Вирішальну роль відіграють технології параметричного моделювання, 3D-сканування, роботизований 3D-друк та високоточна обробка нержавіючої сталі й алюмінію: вони забезпечують складну геометрію, майже безшовну поверхню та віртуозну роботу з відбиттям світла, завдяки чому масивні конструкції здаються легкими й оптично мінливими. Ці скульптури тяжіють до великих, часто урбаністичних масштабів, будуючи силует міст і перетворюючи глядача з зовнішнього спостерігача на співучасника просторової події. Твори з більш усталеними, часто антропоморфними чи геометризованими формами спираються на класичні типи скульптури, але інтерпретуються через сучасні металеві технології, зварні конструкції, складні каркаси й поліровані або патиновані поверхні. Тут домінують чітко окреслені об'єми та силуети, однак поверхня працює як головний носій естетики: рельєфні злами, перфорації, насичені фактури корозованої сталі чи «текучі» лінії

шліфованого металу надають традиційним мотивам сучасної динаміки й енергії. Сучасні скульптури об'єднує акцент на взаємодії металевої форми зі світлом, віддзеркаленнями, водою та рухом, що перетворює їх на змінний просторовий феномен, чутливий до атмосферних та часових умов.

3. Металеві скульптури-інсталяції Європи першої чверті XXI століття демонструють принципове зміщення акценту з автономного об'єкта на організацію просторового досвіду, де глядач і довкілля стають повноцінними співтворцями твору. У групі інсталяцій, створених сучасними технологіями простір буквально «скульптується» за допомогою цифрового моделювання, 3D-друку, надувних сталевих оболонок та складних каркасів: металеві структури оповивають, ведуть маршрутом, дозволяють піднятися на висоту, пройти крізь порожнину чи опинитися «всередині хмари», змінюючи перспективу сприйняття ландшафту й міста. Скульптури-інсталяції з топологіями новітніх форм працюють із архетипами архітектури та ландшафту, але розчиняють їх у повітрі через багатошарові металеві решітки, сітки та рамні конструкції, завдяки чому звична маса будівлі перетворюється на напівпрозору енергійну оболонку, що «монтує» види на небо, поле чи акваторію та переплітає історичний та сучасний час. В усталених образах просторовий ефект досягається через акустичну, оптичну й серійну організацію: металеві труби реагують на вітер і хвилі, заряджаючи навколишнє середовище звуковими й вібраційними хвилями, дзеркально-поліровані об'єми розгортають урбаністичні та природні панорами в деформованих відбиттях, а множинні модулі утворюють поля й хмари, в яких глядач відчуває себе частиною ритмічної структури.

4. Металеві інсталяції Європи першої чверті XXI століття послідовно переорієнтовують естетику з «огляду форми» на досвід участі, коли відвідувач стає активним співтворцем просторової ситуації. У групі інсталяцій, створених сучасними технологіями взаємодія з людиною програмується вже на рівні структури: змінити висоту огляду, отримати світло-звуковий досвід, занурити відвідувача в зону майже повної сенсорної дезорієнтації, де втрачаються звичні візуальні орієнтири. Комп'ютерно прорахована морфологія не лише забезпечує

несучу здатність, а й формує сценарії використання. У інсталяціях із топологіями новітніх форм взаємодія вибудовується через гібридність функцій: металеві структури є одночасно маршрутом, меблями, сценою, навісом і скульптурою, змушуючи відвідувача постійно «перечитувати» їх. Такі об'єкти навмисно лишають відкритими питання «що це?» і «як цим користуватися?», перетворюючи невизначеність на важливий естетичний ресурс. Інсталяції будують досвід через модульоване світло й тінь, тому візуальний образ щоразу народжується заново у взаємодії з відвідувачами. До цієї взаємодії додається також етичний вимір – усвідомлення повторного використання сталі й можливості розбирання, роблячи глядача співучасником циркулярного дизайну.

РОЗДІЛ 3.

ПРИНЦИПИ ЕСТЕТИКИ МЕТАЛЕВИХ ОБ'ЄКТІВ ПРОСТОРОВОЇ ПЛАСТИКИ ЄВРОПИ 2000-2020-х РОКІВ

Базуючись на аналізі сучасних європейських практик та наукових джерел, можна виділити дванадцять базових принципів естетики металевих об'єктів просторової пластики Європи 2000–2020-х років, згрупованих у чотири категорії: концептуально-морфологічні принципи; просторово-перцептивні принципи; матеріально-технологічні принципи; соціально-комунікативні принципи.

3.1. Концептуально-морфологічні принципи естетики

У формоутворенні металевих об'єктів просторової пластики першої чверті ХХІ століття явно артикулюється естетичний принцип *морфологічної гібридності*, який полягає у свідомому поєднанні органічних, геометричних та інженерних мотивів в межах однієї структури. Разом з існуванням чистих стилістичних моделей у практиці металопластики з'являються змішані морфології, проявами яких є: накладання біоморфних силуетів на параметрично розраховані каркасні системи; лінійні металеві форми зчитуються як інженерні конструкції і як рослинні елементи одночасно, маючи своєрідні «точки росту»; конструктивні елементи інсталяцій та будівель набувають вигляд скульптурних форм завдяки перфорованим оболонкам і багатоеlementним поверхням. В цих сполученнях різнорідних форм самостійною естетичною цінністю стає контраст органічного й машинного. Ця тенденція не існує відокремлено, вона є частиною загальних процесів у європейській візуальній культурі. Таким чином, багатошаровість прочитань об'єкта стає більш вагомою, ніж однозначність формальної мови.

Серія біоморфних скульптур-інсталяцій Тоні Крегга «Точки зору» із нержавіючої сталі, бронзи, патинованого металу, що нагадує вивітреному скелю або вулканічні шари, також має гібридну морфологію [114]. Як і більшість робіт цього

скульптора, вона є прикладом дослідження внутрішньої структури матеріалу. По-перше це природна седиментація через геометричну логіку, де вертикально нашаровані геометричні кола реплікуються, обертаються й розширюються, створюючи динамічну структуру. Одночасно ця форма нагадує об'єкт індустріального походження, будучи схожою на сталевий злиток (іл. Б.2.3.16).

Морфологічна гібридність проаналізованої вище скульптури-інсталяції «Нескінчене накопичення» розкладається на такі формально-естетичні засоби:

- поєднання мікро- та макромасштабів. Морфологія побудована за принципом молекулярної моделі, але перенесена в масштаб міської вулиці. Таким чином, виникає гібрид між науковою схемою й урбаністичним просторовим жестом;

- синтез органічного й техногенного. Плавні вигини та сферичні «вузли» зчитуються як органічна, майже біоморфна структура, тоді як матеріал і точність стиків відсилають до інженерної трубопровідної системи або каркасу конструкції;

- перетин скульптури й інсталяції. Об'єкт одночасно функціонує як скульптурний ланцюг, як інтегрована вулична інсталяція й як «надбудований» каркас, що фрагментує небо й фасади, наближаючи його до архітектурного елемента;

- комбінація лінійної й об'ємної пластики. Стрижні-«зв'язки» формують лінійний графічний рисунок у просторі, тоді як кулі працюють як концентровані об'єми. Гібридність полягає в постійній зміні домінанти – то лінії, то сферичні вузли;

- візуальне змішування об'єкта з контекстом. Дзеркальна поверхня поглинає й «вмонтовує» в себе фрагменти міста, перетворюючи морфологію скульптури на гібрид власної форми й множини відбитих архітектурних елементів, транспорту, людей.

В попередніх розділах були розглянуті формальні риси біоміметичних і біоморфних об'єктів металевої пластики. В даному розділі актуальним вважається наголосити на *багаторівневій біоміметиці* як на естетичному принципі формоутворення для окреслення чітких меж між цими двома протилежними явищами. Визначається три рівні свідомих запозичень у природи. Перший –

формальний біоморфізм, яких зосереджується на поверхневих органічних мотивах (кора, луска, листя, крила тощо), які працюють як візуальні метафори, викликаючи відчуття живої форми. Створення біоморфного об'єкту спрямоване на формальну та естетичну експресію. Другий – структурна біоміметика, яка в сучасній просторовій металевій пластиці Європи функціонує як широкий спектр стратегій, спрямованих на вирішення конструктивної проблеми та на функціональність об'єкту. Це досягається трансформуванням природних форм і механізмів у технологічні структури, зберігаючи впізнавані асоціації з органічним аналогом. Третій, відносно рідкий рівень – функціональна біоміметика, де естетичним ефектом є постійні перетворення. Це формування об'єктів, які активно реагують на зміну параметрів оточуючого середовища. Йдеться про цілий комплекс механізмів: кінетичні елементи, термочутливі поверхні, адаптивні затінювальні системи. Як правило, ці об'єкти реалізуються у сфері кінетичних, інтерактивних і медіа-інсталяцій. Іноді може формуватися естетика технобіологічної гібридності, коли металевий об'єкт має ознаки штучного організму.

Прикладом об'єкту, що створює нову естетичну формацію з усіма трьома рівнями біоміметики є інсталяція «Залізний риф» (*Iron Reef, 2022*), встановлена за проектом дизайнерки Крістіни Морбі (*Cristina Morbi*) у графстві Норфолк, Великобританія [110]. Інсталяція створена з сотень вертикальних необроблених сталевих прутів на березі річки Яре. З точки зору формального біоморфізму це очеретяні зарості, характерні для заплави болотної місцевості. Також їх можна порівняти за формою з ріфами, або підводними руїнами. Структурна біоміметика проявляється у гойданні вертикальних гнучких сталевих прутів-стебел під вітром, в оптимізації використання металевого матеріалу (іл. Б.3.1.1). Третій рівень, функціональна біоміметика, характеризується зміною структури інсталяції під час сезонних повенів. Відбувається окислення патини нижньої частини інсталяції, яка частково затоплюється. Також створюється «жива» плівка у ході мікробних процесів і ця частина частково перетворюється на «оселище» водоростей та мікрофлори. Поєднання трьох рівнів формує естетику «техноподібності»

інсталяції, структура якої весь час змінюється та виступає каркасом для живих організмів.

Структурна біоміметика скульптури «Анемона магніфіка» Волкерта ван дер Віка виражена в будові конструкції у вигляді пучка гнучких металевих стебел, що закріплені на у спільній основі. Він нагадує розгорнуту «корону», яка забезпечує стійкість при мінімальній масі та можливість плавного розхитування (іл. Б.2.2.20). На формальному рівні це кінетична скульптура, верхня частина якої може розкриватися під дією кінематичного механізму, пульсуючи як жива істота зі своєю поведінкою.

Європейська металева пластика першої чверті ХХІ століття відрізняється від творів попередніх періодів абстрагуванням мотивів, спостерігається відхід від однозначної іконографії. Мистецькі твори проєктуються як поле інтерпретацій, яке треба прочитувати залежно від точки огляду, освітлення, масштабних співвідношень та виставкового чи ландшафтного контексту. Такий підхід визначає естетичний *принцип семантичної відкритості*. Тут естетика зміщується від розповіді про об'єкт до роздумів про нього. Важливим у цьому процесі є особистий досвід глядача, його спроможність допрацьовувати відкриті смисли. Основними формально-естетичними засобами цього принципу є абстрагування мотивів, мультиреференційність і семантичний мінімалізм. Перший засіб зводить форму до мінімального геометричного знаку, який тільки нагадує об'єкт. Таким чином, залежно від ступеня абстрагування та життєвого досвіду глядача, твір сприймається або саме як лаконічний знак, або як інженерна конструкція, або уява домальовує риси реального об'єкту, наприклад живий організм. Мультиреференційність близька за сприйняттям до попереднього засобу, тільки абстрактний знак одночасно сприймається і як знакова форма, і як реальний об'єкт. Правильність прочитання природи, техніки, філософії, емоції в цьому випадку не фіксується, тобто художник задає рамкові орієнтири, а глядач вже сам інтерпретує форму. Семантичний мінімалізм означає свідоме обмеження наративності, відмову від сюжетних підказок. І тоді реципієнт сам складає історію сюжету, або проблематизує закладені в металевому об'єкті смисли. Таким чином

за естетичним принципом семантичної відкритості глядач стає «співтворцем» художнього твору.

Семантичну відкритість демонструє проєкт Ентоні Гормлі «Горизонтальне поле» (*Horizon Field, 2010*) у якому він розмістив 100 повнорозмірних чавунних скульптур людських фігур в австрійських Альпах на висоті більше 2000 метрів [80]. Багатозначність значення цієї скульптурної інсталяції розкривається у наступних моментах: фігури є свідками природи, що споглядають світ; маркери часу та простору, що є індустріальними артефактами у горах; колективне тіло, індивідуальне та соціальне; вічні питання людського існування. Відсутність однозначної іконографії в тому, що фігури не є героями або святими. Інсталяція дистанціюється від меморіальності – це сліди людської присутності, не більше. Споглядаючи за скульптурами, можна задуматись про медитацію, самотність, колективне майбутнє, місце людини у всесвіті. Контекстуальна залежність визначається різним станом фігур у різні пори року та часи доби, що можуть виглядати як живі або застигли, як примари. Унікальність локації – на вершині, на склоні, біля води також має значення в конструюванні глядачем власного наративу (іл. Б.3.1.2).

Великомасштабна ландшафтна скульптурна інсталяція зі 100 чавунних фігур «Інше місце» (*Another Place, 2005*), пляж у м. Мерсісайд, Англія, визначає людське тіло як координату в просторі, реалізуючи концепт «тіло як місце» (іл. Б.3.1.3). Скульптурна інсталяція «Інше місце» створена з литих із чавуну відбитків оголеного тіла художника, складається з анатомічно правдивих вертикальних фігур з нейтральною стійкою; тиражування одного тіла створює поле однакових фігур-маркерів у просторі, орієнтованих обличчям до відкритого моря; частина фігур стоїть на піску, частина частково або повністю занурюється у воду; литий чавун активно патинується, обростає морськими організмами; при контрольному світлі фігури виглядають як чорні силуети, у м'якому світлі майже зливаються з довкіллям, створюючи ефект «розчинення» людського тіла в ландшафті. Елементи формально-естетичної структури: множинність і серійність; контраст вертикалі та горизонталі; нерухомість скульптур протиставлена руху навколо;

оголеність і неідеальність вразливого тіла є поетичною реакцією на індивідуальні й універсальні почуття еміграції.

Механізм семантичної відкритості скульптури Аніша Капура «Небесне дзеркало (для Хендріка)» реалізується через дуальність протилежностей, він утримує два полюси розв'язання. На відміну від попереднього прикладу, ця робота вже має метафоричні підтексти дзеркала: як автопортрет людства (відображення рукотворного й природнього); як психоаналітичний інструмент, коли глядач бачить себе у викривленому дзеркалі; як філософська рефлексія нескінченості простору, або з протилежної сторони – скінченність матеріального (іл. Б.2.2.8). Семантика форми: брама, вікно, портал, могильна плита, ікона. Скульптура «Небесне дзеркало (для Хендріка)» – це філософська провокація автора, яка залишає за собою таємницю.

Розглянута вище скульптура Конрада Шоукросса «Плямисте світло сонця» також побудована за принципом семантичної відкритості (іл. Б.2.4.15). Він проявляється в трактуванні геометрії як філософії – за Платоном тетраedr є символом вогню. Але автор не пояснює, що це саме – вогонь, космос, математика чи щось інше. Мультиреференційність визначається двоякою природою інсталяції, нагадуючи, з одного боку, що це індустріальний об'єкт, з іншого – природний (хмари, гілки, корали тощо). Краса художнього твору полягає в цій амбівалентності. Відсутність пояснення автором назви надає можливість кожному глядачу по-своєму трактувати те, що він бачить.

3.2. Просторово-перцептивні принципи естетики

Особливістю сучасної металевої просторової пластики є її функція організатора руху глядача, створюючи йому перцептивну подорож. Скульптура або інсталяція задає траєкторії погляду та тіла, моделюючи послідовність його зорових вражень. Портали та проходи моделюють сценарії фізичного пересування відвідувача об'єкту, надаючи враження від зміни масштабу, ракурсів, фіксації міського простору чи ландшафту навколо. Напівзакриті металеві оболонки

павільйонної пластики формують локальний простір для короткочасного перебування. Протяжні фризи, решітки, металеві петлі в міському просторі розгортаються в часі руху глядача, формуючи ритм і світлотіньову пластику. Означені особливості металевих об'єктів визначають естетичний *принцип перцептивної маршрутизації*, який наближає металеву пластику до просторового дизайну й архітектури, але при цьому зберігає автономну скульптурну мову. Таким чином принцип перцептивної маршрутизації реалізується через такі формально-естетичні засоби перцептивної організації простору, як просторово-кінетичний формально-естетичний засіб фізичної організації руху; темпорально-драматургічні засоби сприйняття – послідовність вражень і темпоральність, де краса сприймається в динаміці; перцептивно-комунікативний засіб участі – зміну ролі глядача від спостерігача до учасника.

Інсталяція з дзеркально полірованої нержавіючої сталі даньського скульптора Джеппі Хейна (*Jeppe Hein*) «Павільйон Гравітаційного Дзеркала» (*Gravity Mirror Pavilion*), встановлена в 2021 році на березі Іст-Рівер у передмісті Копенгагена є послідовним маршрутом сприйняття, сформованим просторовою організацією дзеркальних стел, розташованих в три радіальні дуги [87]. Перцептивна маршрутизація в цій інсталяції досягається декількома засобами. Це негативний простір між стелами, які є не перешкодами руху, а «центрами тяжіння» маршруту. Вони задають траєкторії, за якими рухаються відвідувачі, формуючи систему невидимих коридорів. Різна висота стел, що асоціюється з міською лінією горизонту, задає при русі ритм та послідовну зміну масштабних ситуацій. Множинні відбиття фрагментів зображень відвідувачів від стел, встановлених під різними кутами, створює керовану перцептивну дезорієнтацію й ефект втрати стабільної точки відліку. Це змушує відвідувачів постійно співвідносити своє положення з мінливими дзеркальними відбиттями. Інсталяція створює просторовий сценарій сприйняття реальних і віддзеркалених елементів, що фрагментуються та накладаються (іл. Б.3.2.1). Таким чином, художник задає

багаторакурсні рамки, в яких відвідувачі самі формують структуру візуального досвіду.

Кінетичний об'єкт «Розвідний міст» (*The Rolling Bridge*) британського дизайнера Томаса Гезервіка (*Thomas Heatherwick*), встановлений на березі Паддінгтонського басейну в Лондоні у 2004 році є елементом цілісної організації простору, де глядач переходить від ролі спостерігача за скульптурною трансформацією до користувача інфраструктури [128]. Засобом перцептивної маршрутизації є двофункціональність об'єкта: у розгорнутому стані це пішохідний перехід, у згорнутому – восьмикутна металева скульптура. Наступний засіб – темпорально-фазова організація вражень. Послідовність руху відбувається в три фази: стабільний горизонтальний міст, рух згортання, коли протягом 3-х хвилин можна спостерігати за процесом, згорнута скульптура із шарнірами та гідравлічними циліндрами. Ритуалізована часова рамка задається розкладом показів і перетворюється на публічний перформанс. Масштабно-просторовий зсув задається незвичною домінантною скульптурою на березі, тоді як у горизонтальному стані є непомітним об'єктом у міському пейзажі (іл. Б.3.2.2).

Перфорація металевих оболонок, різні рівні густоти стрижневих елементів, решітчасті структури сучасної металевої пластики модифікують простір, вписуючи в роботу оточуюче міське та природне середовище. Використання напівпрозорого металевого каркасу фрагментує простір, який проглядається крізь нього. На додаток тіні та рефлексії, що відбиваються на поверхнях, змінюються разом із рухом сонця та штучного освітлення. Шари різної густоти накладаються, паралаксно зміщуються при русі, утворюючи динамічну візуальну композицію. Ці ключові тенденції окреслюють естетичний **принцип багат шарової прозорості**, який особливо яскраво проявляється в параметричних оболонках. Внаслідок його застосування об'єкти металевої пластики переходять від масивних об'ємів до «прозорої» пластики, що «фільтрує» простір. Цей естетичний ефект інтеграції у міський та природний контекст має також і практичне підґрунтя. Оптимізуються вага та міцність металевих об'єктів, відбувається аерація конструкцій. Перцептивно-матеріальними формально-естетичними засобами багат шарової

прозорості є: просторово-структурний засіб фізичного шарування, що створює напівпрозорі бар'єри; кінетичний засіб перцептивної динаміки, коли рівень прозорості змінюється від точки огляду та часу доби; тектонічний засіб градієнтної матеріальності, що формує плавні переходи від щільного до розрідженого; світлотональний засіб світлової фільтрації, що модулює світло тінями та відбиттями.

Яскравими прикладами використання принципу багатошарової прозорості є роботи Едоардо Трессольді, що були розглянуті вище. Багатошарова прозорість інсталяції «Опера» створюється декількома фізичними шарами (іл. Б.2.33.9 в-г). Це видимий конструктивний шар інсталяції – дротяна металева сітка, з якої формуються колони, капітелі й арки. Наступним є простір між колонами, крізь який проглядається ландшафт. Простір між елементами сітки заповнюється небом і водною поверхнею, які візуально проникають крізь неї. На додаток до цих трьох шарів площинна проєкція об'єкта заповнюється змінними тінями на землі. Перцептивна багатошаровість виражається чіткістю та виразністю колон з одного кута огляду, «зникненням» сітки – з іншого. При русі навколо інсталяції глядач спостерігає муаровий ефект, створений паралаксом зміщенням шарів сітки. Часова багатошаровість спостерігається наступним чином: вранці контражурне світло залишає лише силует, вдень чіткі тіні виявляють матеріальність сітки, увечері м'яке світло «розчиняє» об'єкт у атмосфері.

Інсталяція Едоардо Трессольді «Симбіози» відрізняється від попередньої частковою наповненістю камінням. Відповідно, міняються й засоби багатошарової прозорості. До фізичного шарування додається шар із непрозорим заповненням стін (іл. Б.2.3.9 д-є). Перцептивна амбівалентність виражається в розгляді об'єкту як кам'яної руїни і як реконструкції сітковими елементами. Важкість матеріальності каменю протиставляється ефемерності легкої сітки. Динамічна прозорість включає елемент із каменів, які збагачують різні види ландшафтів при обході конструкції.

Ще одна інсталяція Едоардо Трессольді, «Лайми» (*Limes*), яка була тимчасово розміщена на даху будівлі вздовж Passeig de Gràcia в Барселоні у 2016

році, має подібні попереднім двом інсталяціям засоби багатошарової прозорості [122]. Однак, вона доповнюється новими характеристиками з огляду на розташування в центрі великого міста. Інсталяція представляє собою шість великих рельєфів людських обличчя із дротяної сітки, що формують два перших шари форми: щільна сітка створює видимий силует, рідша – внутрішні деталі обличчя. До них додаються небо Барселони та тіні на даху. Перцептивна динаміка проявляється у чіткості контурів і деталей знизу, з вулиці, та розпадом форм на лінії з близької відстані. При русі вздовж інсталяції спостерігається явище параллаксу, при якому обличчя з'являються та зникають. Часова трансформація: контражурне світло зранку створює темні силуети; у полудень спостерігається чітка матеріальність сітки; увечері інсталяція стає світловим об'єктом під штучним освітленням (іл. Б.3.2.3).

Параметричний павільйон галереї Серпентайн 2013 року авторства Соу Фуджимото, який також розглядався вище, є одним із знакових сучасних прикладів багатошарової прозорості у металевій пластиці (іл. Б.2.4.1). Структурна багатошаровість реалізується: кубічною анізотропною решіткою прутів в основі; щільними зонами навісу та стін, частими настільки, що стають візуальними бар'єрами; розрідженими зонами терас і сходинок, які мають максимальну прозорість; прозорими полікарбонатними дисками, вмонтованими для захисту від дощу, що створюють ще один шар, який відбиває світло. Перцептивні шари: сприйняття решітки як щільної стіни з одного кута і як розчиненої до декількох ліній – з іншої; параллаксний ефект при русі навколо формує різні геометричні візерунки; інтеграція напівпрозорої конструкції з ландшафтом, архітектурою, відвідувачами робить її багатошаровим фільтром простору. Часова динаміка: вдень павільйон нагадує білу хмару, увечері внутрішнє освітлення, проходячи крізь решітку, створює м'яке дифузне сяйво.

В статичних металевих об'єктах 2000–2020-х глядач часто переживає не нерухомий об'єм, а конфігурацію силового поля, в якому рух тільки тимчасово зупинений. Вони не просто стоять, вони балансують, створюючи естетику напруги, де краса виникає з відчуття потенційного руху, застиглого в металі. Це

відчуття потенційної динаміки є одним із головних естетичних ресурсів сучасної металевої пластики. Зафіксований момент руху визначає *принцип динамічної рівноваги*, який викликає у глядача відчуття трансформації металевого об'єкту, ніби він розтягується, скручується, розкривається в певній фазі розвитку форми. Цей принцип реалізується через низку специфічних формально-естетичних засобів. Відчуття нестабільності створюють елементи, що виступають за межі опор. Вони формують просторово-композиційний засіб консольних виступів та асиметрії. Протистояння гравітації, інерції, вітру демонструється в статичних об'єктах тектонічно-силовими засобами візуальної напруги сил і балансуванням на межі – станом потенційного руху між падінням і стабільністю. Видимі точки опори, противаги, з'єднання, що дозволяють глядачу розуміти та іноді дивуватись балансу, характеризуються структурно-конструктивним засобом прозорості механіки.

Майже всі сучасні вітрові кінетичні скульптури, в тому числі розглянуті вище (іл. Б.2.2.17 – Б.2.2.18), мають схожі засоби, що реалізують естетичний принцип динамічної рівноваги. Кожна вітрова кінетична скульптура демонструє видимі сили в русі та зазвичай складається з двох конструктивних елементів системи. Це вітрила з металевих дисків, або з іншими конфігураціями і протилежна частина – противага з металевих куль, або інших важких елементів. При взаємодії з вітром система виводиться вітрилами з рівноваги, але потім завжди вона повертається до початкового стану противагами. Енергія вітру передається через ретельно розраховані специфічні кути з'єднань і осей обертання, які формують складний рух – спіральний, хвильовий або хаотичні коливання. Він може відбуватись у декількох шарах обертання, які створюють своєрідний «танець сил». Точне калібрування маси, довжини важелів, опору повітря дозволяє зберігати швидкість руху навіть у сильний вітер, не розганяючи конструкцію. Ця естетика балансу впливає з інженерної досконалості.

3.3. Матеріально-технологічні принципи естетики

Можна сказати, що за матеріально-технологічними принципами створені всі металеві об'єкти, проаналізовані в даній роботі. Але саме *свідома* демонстрація технології виготовлення об'єктів металевої пластики є однією показових рис першої чверті XXI століття. Естетичними елементами стають видимі зварювальні шви, сегментація, модульність, сліди лазерної різки та згину чи тривимірного друку, інші способи виготовлення. Ця «чесність» демонстрації конструктивної логіки стає *принципом виразної технологічності*, коли процес виготовлення стає частиною художнього образу. Цей принцип посилює автентичність об'єкта, довіру до нього. Він сприймається глядачем як реально виготовлений артефакт з матеріально-трудова походженням форми. Естетичними елементами художнього твору стає технологічно-фактурний засіб видимих слідів процесу: повторюванні елементи лазерної різки та штампування, коли орнаментальність прямо виростає з цих технологій; явні сліди зварювання додають естетику матеріальності об'єкту; відкриті шари тривимірного друку використовуються як фактура, іноді притаманна живим істотам. Технологічно-морфологічний засіб визначається естетичним слідом деформації, наприклад згином листового металу, що формує своєрідну «чешуйчасту» поверхню, яка затверджує спосіб виготовлення. Іноді процес виготовлення стає частиною смислу об'єкту, нарративом, показуючи історію створення. Естетично привабливими є самі по собі точність, мінімалізм матеріалу, оптимізація форми. Вони демонструють красу в ефективності та видимій майстерності процесу.

Абстрактна робота польської скульпторки Моніки Сосновської «Сходи» (*Stairs*), створена у 2010 році, є масштабною скульптурою зі сталі, яка сформована радикальною деформацією звичайного архітектурного елемента [108]. Сходи змодельовані під контрольованим тиском гідравлічного пресу. Це надало скульптурі вигляд стисненої до межі зламу конструкції, коли метал змінив свою форму назавжди. Вона має виразну технологічність через цей видимий процес деформації. Скульптура має грубі сліди зварювання, що свідчать про важку ручну

роботу. Вона вкрита брутальною іржою, ніби забута, та викинута на звалище (іл. Б.3.3.1). Ця деформована конструкція та становище, в якому скульптура знаходиться, надають глядачу відчуття катастрофи.

До цього приклад можна додати низку проаналізованих вище об'єктів, де виразна технологічність проявляється через експоновану конструкцію, механіку, алгоритми, інженерію, матеріал. Звукова скульптура «Еол» Люка Джеррама (іл. Б.2.3.13) експонована решіткою труб-резонаторів, натягом струн, використання нержавіючої сталі та виступає одночасно як акустичний й оптичний носій. Головною пластикою в дизайні є також інженерія. Кінетична скульптура «Голова Франца Кафки» Девіда Черні (іл. Б.3.3.2) має поворотні вузли, сегментовану структуру та створена з дзеркальної сталі. Принцип метаморфози тут реалізований через інженерну автоматизацію механіки образу.

Поява наприкінці ХХ століття цифрових інструментів параметричного дизайну, до яких була прикута увага в розділі технологій даної роботи, об'єднало художній образ сучасної металевої пластики та алгоритмічно зумовлену структурну логіку. Вони дозволили перейти від інтуїтивної пластики до математично проаналізованих на навантаження та обмеження, керованих сімейств форм. Виникають тиражовані «типи» параметрично розроблених форм, що можуть адаптуватися до різних масштабів і локацій. В результаті поняття краси співпало з «раціонально обґрунтованим». Усвідомлене маніпулювання набором формально-естетичних засобів дизайну при розробці конструктивно оптимальних й естетично привабливих об'єктів металевої пластики визначило естетичний ***принцип параметричної раціональності***. Він демонструється в європейських прикладах через проєктний метод топологічної оптимізації, візуальну мову ефективності, математичну досконалість.

Принцип параметричної раціональності доцільно розглянути на прикладі павільйону «Вулик» Вольфганга Баттресса, засоби параметричного дизайну якого були проаналізовані нами вище (іл. Б.2.4.2). Він розкладається на низку перцептивно-конструктивних засобів. Геометрично-структурний засіб модульної решітки з алюмінієвих елементів базується на алгоритмічній абстракції

бджолиних стільників. Вона розрахована так, що здатна утримувати власну вагу при мінімальній масі матеріалу. Конструктивно-інженерний засіб оптимізації задає індивідуальні довжини тросу та перерізи кожному стрижню. Це мінімізує деформації та дозволяє демонтаж і повторну збірку конструкції, спроектованій з болтовими з'єднаннями. Біоміметично-параметричний засіб формоутворення робить просторову конфігурацію павільйону великою моделлю реального бджолиного вулика, який має внутрішній простір для відвідувачів. Інформаційно-сенсорний засіб даних і медіації перетворює біометричні сигнали на зміну інтенсивності звуку та освітлення, створюючи естетичний ефект «живої» оболонки. Екологічно-раціональний засіб життєвого циклу визначається відносно малою масою при значному об'ємі, модульністю, можливістю демонтажу й переносу інсталяції, тобто продовження життєвого циклу об'єкту. Сума засобів принципу параметричної раціональності максимально підсилює концепцію зв'язку між формальною оптимізацією, екологічною тематикою та естетикою структури павільйону «Вулик».

Взаємодія металу з іншими матеріалами виступає одним із базових естетичних принципів сучасної металевої пластики. Жорсткий блискучий «холодний» метал контрастує з «теплыми» деревом, рослинністю, ґрунтом, або з пористим бетоном, з водою, камінням. Цей контраст сам по собі стає естетичним принципом. На додаток, як слідство такого контакту, на металі з'являється патина й іржа. З часом індустриальний матеріал стає носієм природних процесів. На основі цього можна вивести об'єднуючий принцип *матеріального контрасту й контрольованого старіння*, який свідомо використовується, наприклад, у застосуванні кортенової сталі охристо-бурих відтінків. Ця патина створює захисний шар сталі та гармонійно інтегрує кортенові об'єкти в природне середовище й міські забудови. Різновидами естетичних контрастів є контраст металевих фактур з різними характеристиками обробки, що дозволяє створювати різну світлотіньову драматургію, контраст старіння – свідоме зіставлення патинованого металу з «новими» бетоном і склом, що візуалізує тривалість часу, контраст світловідбивання, який часто використовується в об'єктах металевої

пластики з полірованими поверхнями. Ця характеристики вкладаються в наступну систему матеріально-темпоральних формально-естетичних засобів дизайну, з яких виникає естетика об'єкту: темпоральна гетерогенність матеріалів, коли поєднуються матеріали, що старіють з різною швидкістю (стійкі, «вічні», швидкоплинні); проєктне патинування, що моделює траєкторію старіння; видима історія матеріалу, де частиною художнього образу є подряпини металу, сліди окислення, ерозія; термо-фактурний контраст – зіткнення протилежних характеристик.

Принцип матеріального контрасту й контрольованого старіння можна проаналізувати на низці вже представлених в цій роботі скульптур і інсталяцій. Кортенові ламельні скульптури Герберта Мелера контрастують важкою щільної масою металу з відкритим ландшафтом і м'якою фактурою газону та неба (іл. Б.2.2.11). Геометрично впорядкована, ламінарна форма скульптур виділяється на тлі природної нерівності рельєфу і трави. Пати́на кортену працює як «часова оболонка», поступове рівномірне іржавіння якої закладене в проєкт як естетичний інструмент. Змінюється тональність поверхні від яскраво-жовтогарячої до темно-бурої, посилюється відчуття динамічного органічного вrostання об'єктів у ландшафт.

Модульна поліедрична фігура Ентоні Гормлі «Захоплення» з металу протиставлена природному кам'янистому узбережжю (іл. Б.2.2.13). Це антропоморфний, чітко фасетований об'єм на тлі природно еродованих фактур скель і піску, який вибудовує контраст «штучного» та «природного». Корозія, або патинування поверхні фігури посилює образ об'єкта, що тривалий час взаємодіє з середовищем. Виникає ефект поступового злиття колірної гами скульптури з ландшафтом, при збереженні різкої геометрії граней.

Чорна сферична маса скульптури «Великий вибух», складена з вертикальних металевих елементів, вступає в контраст із прозорими скляними фасадами будівель (іл. Б.2.2.16). Однорідна темна обробка металу розрахована на повільну зміну відтінків, легке матування, появу нюансних слідів часу, що підкреслюють

текстуру окремих елементів і підсилюють сприйняття кулі як «концентрованої маси» енергії, а не як бездоганного, стерильного об'єкта.

Легка, майже дематеріалізована решітчаста структура інсталяції з рудого металу «Плавучий павільйон Хорватії» контрастує з масивним тілом бетонно-сталю понтону й гладдю моря (іл. Б.2.4.7). Зіткнення «прозорого» об'єму й важкого інженерного носія створює ефект вібруючої, нечіткої межі між об'єктом і простором. Запроектована корозія сталевих стрижнів, яка має ефект «димки» з рудих ліній, стає частиною образу. З часом решітка набуває більш насиченої нерівномірної патини, яка підсилює відчуття «розчинення» форми в атмосфері, а також підкреслює тимчасовість і мобільність павільйону.

Різко окреслена, стрічкоподібна кортенова конструкція інсталяції «Петля», що прорізає бетонну стіну й трав'яний схил, формує контраст між теплим «іржавим» кольором металу й холодною сірістю бетону, між жорсткою інженерною лінією маршруту й м'якою хаотичною зеленню (іл. Б.2.4.12). Процес іржавіння металевої стрічки прив'язаний до росту рослинності. Зі зміною кольору та фактури кортену посилюється відчуття «вростання» петлі в ландшафт і стіну, а сліди стікання іржі на бетоні фіксують тривалість існування об'єкта, роблячи сам час додатковим «матеріалом» композиції.

3.4. Соціально-комунікативні принципи естетики

У 2000–2020-х роках спостерігається тенденція переносу металевих об'єктів з автономної форми на тілесний досвід глядача та соціальну ситуацію, яку цей об'єкт ініціює. Вони все частіше проєктуються не лише для огляду, а для фізичної, акустичної та просторової взаємодії з ним. Естетика тут пов'язана з тілесним досвідом взаємодії, із ситуацією, яку створює металевий об'єкт. Краса переноситься із споглядання на дію, перцептивне відчуття, переживання. Таким чином, кінетичні скульптури, звукові інсталяції, тактильні поверхні все частіше створюються за *принципом інтерактивної естетики*. Поверхні спеціально обираються з огляду на тактильні якості, конструкція враховує розміщення

людського тіла, а звук, що виникає при контакті з металом, стає частиною художнього образу. У межах цього принципу можна виокремити кілька функціональних форматів. Перший поєднує утилітарні функції з художньою формою. Це можуть бути скульптура-лавка для відпочинку, інтерактивна скульптура для гри, звукова інтерактивна інсталяція. Другий є суто естетичним актом, коли дотик, присутність, рух приводять до зміни стану об'єкту. Принцип інтерактивної естетики реалізується через перцептивно-комунікативні засоби: участь як умова існування, коли об'єкт активується лише за присутності глядача та краса виникає з цієї дії; фізичне залучення, де складовою художньої форми є необхідність тілесної дії, тіло стає інструментом естетичного досвіду; соціальна динаміка – взаємодія між кількома учасниками, іноді співіснування через мистецтво; перцептивна трансформація характеристик об'єкту у відповідь на дію, коли глядач стає співтворцем образу.

Альтернативну логіку простору пропонує Джеппі Хейн у своєму масштабному проєкті інсталяції «Модифіковані соціальні лавки» (*Modified Social Benches*), який був розгорнутий у декількох містах Європи у 2000–2020-ті роки [88]. Це серія з понад 50 інтерактивних металевих лавок, кожна з унікальною деформованою геометрією: форми, що порушують звичну ергономіку й змушують людей винаходити нові позиції тіла. Деформація форм – викрученість, зігнутість, піднесеність, роздільність тут працює як запрошення. Спіраль змушує сидіти, впираючись ногами в центр; на вертикальній хвилі сидіння стає балансуванням; дві окремі частини змушують сидіти людей обличчям близько один до одного (іл. Б.3.4.1). Дизайн стає соціальним, знімаючи бар'єри між незнайомими людьми. Незручні позиції стають приводом до комунікації. Скульптури-лавки пофарбовані в яскраві кольори, які є візуальним сигналом, що запрошує до експерименту. Інструментом залучення стає гумор. Металеві об'єкти стають провокацією для цікавої взаємодії.

У просторовій металевій пластиці першої чверті XXI століття дедалі відчутнішою стає функція носія історії та ідентичності місця. Скульптурні об'єкти й інсталяції будуються як алюзивні структури, що опосередковано відсилають до

локальних сюжетів, але не фіксують їх у формі традиційного пам'ятника. Замість буквального зображення подій або персонажів застосовуються абстрактні символи, цитати з історичних конструкцій, фрагменти промислової естетики, які «перекладаються» на мову сучасної металевої пластики й таким чином здійснюють м'яку медіацію міської пам'яті, а іноді є жорстким відлунням нещодавніх трагічних подій. Ці функції реалізуються в естетичному *принципі міського наративу й локальної медіації*. Цей принцип має низку формально-естетичних засобів дизайну. Алюзивна формотворчість проявляється в проектуванні абстрактних або напівфігуративних структур, що натякають на локальні архетипи, але не відтворюють їх буквально, тим самим переводячи пам'ять про місце в площину вільних асоціацій. Текстово-графічна інкрустація – інтегрування імен, дат, фрагментів історичних наративів або цитати в металеву поверхню шляхом лазерного різання, перфорації чи гравіювання. За засобом горизонтальної ідентифікації металева пластика замислюється як новий візуальний «якір» міського силуету та фіксує об'єкт як символ району чи міста. Матеріально-темпоральна медіація робить «старіючий» матеріал носієм історичної пам'яті, який одночасно заміщує зниклі промислові структури й відсилає до них через фактуру та колір. Об'єкт функціонує як просторовий манускрипт, що перекриває частину минулого, коли глядач не отримує готову «розповідь», а конструює власний зв'язок із локальним контекстом. Соціально-емоційна апропріація виражається в спонтанних акціях спільноти, де об'єкти стають осередками колективних практик – місцями меморіалізації, паломництва, публічних дискусій.

Меморіальний ландшафт «Меморіал Берлінського муру» (*Berlin Wall Memorial, 1998*), просторовий меморіальний ансамбль-інсталяція, який згадувався в першому розділі, матеріалізує сліди колишньої Берлінської стіни, де точно позначена її траса, підземні тунелі та знесені будинки [44]. Відсутні елементи кордону перетворені на видимий іржавий контур з кортенової сталі. За засобом археологічного вікна сталеві рами та заглиблені «вікна» відкривають фундаменти будинків, фрагменти вулиць і старі шари укріплень. Тематично організована

траєкторія перетворює маршрут руху відвідувачів через чотири секції території («Стіна та смуга смерті», «Знищення міста», «Будівництво стіни», «Повсякденне життя біля стіни») на послідовний наратив подій. Матеріально-темпоральна медіація створюється контрольованим довготривалим старінням кортенової сталі, підкреслюючи тривалу дію травми. Баланс між реконструкцією й дистанцією створений сталевими маркерами, що лише позначають місце стіни та забезпечують делікатний баланс між необхідністю пам'ятати й небажаністю повторної матеріалізації репресивної структури. Аналогово-цифрова комунікація формується доповненням QR-кодами, аудіо-матеріалами, інформаційними стендами поєднує фізичне переживання із деталізованим історичним знанням (іл. Б.3.4.2).

Скульптури «Залізний трон Сходу», у Запоріжжі (іл. Б.2.4.3 а). та «Залізний трон» у Харкові (іл. Б.2.4.3 б) зварені з залишків російських ракет і снарядів під час війни на Сході України з 2014-го року та після повномасштабного російського вторгнення у 2022-му році. Вони матеріалізують війну через уламки – фрагменти танкової броні, частини підбитої техніки, кулеметні стрічки, використані снаряди та інше військове спорядження, зібране в зоні бойових дій. Деякі з них експонуються постійно під відкритим небом або в музеях, деякі виставляються тимчасово в різних містах України. Засіб алюзивної формотворчості й поп-культурної цитати відсилає до «Залізного трону» з серіалу Game of Thrones, але тут використані уламки реального озброєння. Ці трони переводять поп-культурні образи у площину реальної війни. Засіб тимчасової меморіалізації й пересувної локальної медіації реалізується в пересувному характері об'єкта. Наприклад, «Залізний трон Сходу» експонувався кілька тижнів на Майдані Незалежності, потім його повернули в Запорізький обласний краєзнавчий музей. Це «мандрування» переносить пам'ять про війну в різні простори. Дані об'єкти поєднують пам'ять і волонтерську економіку. Продаж екземплярів цих творів на аукціоні та спрямування коштів на потреби українських військових поєднує меморіальну функцію з практикою громадянської підтримки армії. Містяни та туристи приймають участь у конструюванні наративу про фронт та спротив

агресії. Цей засіб реалізується у можливості сфотографуватися на троні, стимулюючи тілесне й емоційне «примірювання» досвіду війни.

Принцип **екологічної й енергетичної чутливості** стає одним із помітних орієнтирів розвитку металевої пластики після 2010-х років. Металеві об'єкти все частіше осмислюються не лише як візуальні доміанти, а як елементи екосистеми та інфраструктури, що здатні мінімізувати негативний вплив на довкілля й, за можливості, приносити йому користь. У цьому контексті художники й дизайнери звертаються до вторинно переплавленого металу, розробляють конструкції з потенціалом демонтажу та повторного використання, інтегрують у скульптури живі рослини, ніші для комах і птахів, а також енергетичні компоненти – сонячні панелі, вітрові й кінетичні генератори. Так формується естетика стійкості, де краса прямо пов'язується з відповідальним ставленням до ресурсів і довкілля. Цей новий рівень естетичного сприйняття металевих об'єктів проявляється в наступних моментах. Краса асоціюється з «економією» матеріалу, коли легкі каркаси сприймаються як привабливі через очевидну мінімізацію витрат металу. Незавершеність і мобільність оцінюються позитивно, оскільки тимчасові модульні металеві структури відходять від ідеалу «вічного монумента», підкреслюючи гнучкість і зворотність втручання в середовище. Набуває ваги естетика співіснування з природним оточенням, коли скульптура мислиться як опора для озеленення, як фільтр світла та вітру, як мікросередовище для міської флори й фауни. У такій логіці металевий об'єкт вважається тим більш «красивим», чим переконливіше він демонструє свою екологічну доцільність і здатність до гармонійного співбуття з ландшафтом. Принцип екологічної й енергетичної чутливості проаналізований в наступних об'єктах за такими засадами: матеріальна ощадність та повторний цикл, тимчасовість та модульна мобільність, симбіотичне співіснування з живою природою, енергетична автономія та чутливість, перетворення відходів на ресурс, енергетично-соціальна емпатія.

Моделювання замкненого водного циклу відтворена в еколого-освітній інсталяції польської Studio Boloz «Дощ-геть» (Rain-a-way) у 2020 році у місті Гдиня, Польща [124]. Вода, частково зібрана як дощова, циркулює через систему

металевих жолобів і «водних ландшафтів», починаючи й завершуючи свій шлях у контейнері з переробленої тари. Таким чином інсталяція наочно демонструє принцип повторного використання дощової води в місті. Конструкція побудована з матеріалів, що вже були в обігу. Засіб тактильно-інтерактивної екологічної освіти реалізується через ігрову взаємодію з елементами інсталяції з засвоєнням знань про обіг води, збереження ресурсів і загрози посухи у міському середовищі. Об'єкт гармонійно інтегрується в міський ландшафт та зелену інфраструктуру Гдині. Включення рослин у композицію пов'язує дощову воду із зеленими насадженнями та комфортом міського мікроклімату. Комунікативно-кампанійний формат розкривається в супроводі виставкою, лекціями та пішохідними «водно-рослинними» екскурсіями. Це поєднує художню форму об'єкта з екологічним активізмом (іл. Б.3.4.4).

Павільон «Додано. Значення» (Mehr.WERT), який розглядався вище, створений за системою еколого-циркуляційних засобів. Його несуча конструкція значною мірою виготовлена з переробленої сталі, взятої з виведеної з експлуатації та нині знесеної вугільної електростанції на північному заході Німеччини [77]. Повторний цикл конструкційного металу можна продемонструвати на прикладі несучої системи павільйону, металевих опор і рам стін, виконаних із повторно використаної сталі. Багатоматеріальний апсайклінг оболонки – стовідсотково перероблений склобій. Можливість демонтажу та повторного використання будівельних матеріалів робить з павільйону матеріальний депозит. Мінімізація впливу на ландшафт створюється завдяки легкій сталевій рамі, піднятій над ґрунтом. Також напівпрозорі перероблені скляні панелі знижуючи потребу в штучному світлі. Це формує засіб мінімальної конструктивної та енергетичної інтервенції. Павільйон є об'єктом демонстраційної екологічної освіти, він функціонує як лабораторія й тестовий полігон для нових методів будівництва з відходів (іл. Б.2.4.16).

Продумана організація співжиття людей та птахів розроблена студією Ossidiana в металевій інсталяції «Палац птахів» (*The Birds' Palace*) та встановлена в Vondelpark, Amsterdam, у 2021 році [141]. Це плаваючий кортеновий сад-острів

для птахів, де розвивається невелика локальна екосистема. Зростання рослин, пташиної активності та зміни сезону вибудовують естетичну форму конструкції. Краса формується як процес розвитку, на яких зміщений формально-естетичний акцент інсталяції. Просторове посередництво між людиною та птахами працює як місто зустрічі, де можна на відстані спостерігати за птахами. Естетика делікатної дистанції є частиною загальної екосистеми сприйняття та чутливості до життя птахів. Візуальною мовою є ландшафтний жест де плаваюча платформа оцінюється з точки зору горизонтальності, мінімальності форми та плавності контурів. Також естетичною категорією проєкту є етика відповідальності та турботи – інсталяція вимагає догляду та контролю за життям тварин. Взаємна трансформація простору, де люди змінюють поведінку птахів, а птахи – простір, біомасу та образ інсталяції, є головним засобом принципу екологічної й енергетичної чутливості проєкту (іл. Б.3.4.5).

Пасивні смарт-матеріальні системи становлять собою конструкції, в яких використано внутрішні властивості матеріалів реагувати на зміну зовнішнього середовища без застосування електроенергії а електронних контролерів. До цього типу належить тимчасовий павільйон «Тінь» (*SOMBRA Pavilion*) у Венеції (2025 р., архітектурн бюро MVDRV, який функціонує як кліматично-адаптивна інсталяція завдяки кінетичній системі затінення, що працює без живлення від мережі [43]. На шести ребристих арках змонтовано трикутні перфоровані рухомі панелі; у вихідному стані вони відчинені, однак при нагріванні сонячним випромінюванням герметичні контейнери, вмонтовані в секції арок, розширюються та через пружні елементи зсувають панелі в закриті положення, формуючи тінь у зонах прямого сонячного опромінення (іл. Б.3.4.6). Додатково павільйон має виразну символіку: в основі структури вигравійовано карту полярної траєкторії руху сонця, а на внутрішніх поверхнях арок розміщено напис «сонце і тінь» понад двома сотнями мов, що дозволяє розглядати SOMBRA як прототип архітектури з нульовим рівнем вуглецевих викидів. Павільйон демонструє кінетичну систему сонцезахисту, яка працює виключно на пасивних

фізичних принципах, без електроніки й моторів і без викидів вуглецю. Форма наслідує поведінку рослин, що орієнтуються на світло.

Формою екологічного активізму є 7-метрова металева «Вежа, вільна від смогу» (*Smog Free Tower, 2015*) митця з Нідерландів Даана Русегарда (*Daan Roosegaarde*). Вона очищає до 30 тис. м³ повітря на годину від смогу, перетворюючи його на тверді спресовані частинки [139]. За засобом високоефективної повітряної фільтрації запатентована технологія позитивної іонізації заряджає частинки дрібного пилу, які притягуються до протилежно зарядженої поверхні всередині вежі. Також в установці реалізоване живлення повністю «зеленою» електроенергією. Вилучений з повітря пил, насичений вуглецем, пресується в невеликі куби, що стають основою ювелірних прикрас. Принцип модульної мобільності дозволяє розгортати установки в багатьох містах світу, причому це відбувається без капітального втручання в ландшафт. За принципом екологічно-соціальної емпатії мешканцям дарується можливість безкоштовно дихати чистішим повітрям і водночас проблему забруднення візуалізується ювелірними сувенірами. Таким чином, формується емоційна й етична залученість громадян до теми якості довкілля (іл. Б.3.4.7).

Висновки до 3-го розділу

1. У просторовій металевій пластиці Європи ХХІ століття концептуально-морфологічні принципи естетики вибудовуються як взаємопов'язана тріада морфологічної гібридності, багаторівневої біоміметики та семантичної відкритості. Принцип морфологічної гібридності проявляється в поєднанні різнорідних матеріалів, типів конструкцій та образних кодів, що дає «гібридні» об'єкти на межі скульптури, інженерної структури, павільйону. Принцип багаторівневої біоміметики передбачає не лише формальне наслідування природних мотивів, а й адаптацію структурних, функціональних та процесуальних моделей природи; у результаті біоморфні форми працюють як одночасно фігуративні, абстрактні й метафоричні інтерпретації організмів,

тканин, клітинних і ландшафтних структур. Семантична відкритість означає принципову незамкненість значень: металеві об'єкти конструюються як «відкриті тексти», здатні до множинних прочитань, перетлумачень і культурних накладань, де інтерпретатор стає співучасником формування смислу. У сукупності ці три принципи зумовлюють естетику, в якій скульптура розуміється як змінна, гібридна й інтерпретативно невичерпна система, що одночасно репрезентує нові технологічні можливості металу та відкриває поліфонічне поле для сприйняття й мислення глядача.

2. Просторово-перцептивні засади естетики організуються навколо принципів перцептивної маршрутизації, багатошарової прозорості та динамічної рівноваги. Принцип перцептивної маршрутизації полягає в тому, що скульптури й інсталяції свідомо формують траєкторії обходу, ключові й додаткові точки зупинки, різні сценарії наближення та віддалення, завдяки чому глядач отримує послідовність змінних ракурсів, а не одну фронтальну позицію. Принцип багатошарової прозорості реалізується через решітчасті, сітчасті, перфоровані, тонкоскелетні та віддзеркалювальні структури металу, які одночасно відкривають і маскують фрагменти простору, працюють світлом, тінню й відбиттями, перетворюючи статичні об'єкти на оптичні «фільтри» та «екрани» для міського середовища. Принцип динамічної рівноваги охоплює як буквально фізичне балансування кінетичних скульптур, так і візуальну рівновагу між спокоєм і рухом, симетрією й асиметрією, масштабом об'єкта й масштабом людського тіла. У сучасних роботах динамічна рівновага часто задається взаємодією матеріалу з природними силами, коли конструкція лишається стійкою, але її візуальна конфігурація постійно змінюється, створюючи ефект живої, але контрольованої нестабільності. У сукупності ці просторово-перцептивні принципи формують модель скульптури як інструмента організації досвіду: металеві об'єкти не просто займають простір, а активують його, задаючи маршрути, оптичні глибини й динамічні баланси, через які глядач по-новому переживає міське середовище.

3. Матеріально-технологічні принципи естетики формуються як взаємодія виразної технологічності, параметричної раціональності та матеріального

контрасту з контрольованим старінням. Принцип виразної технологічності означає, що технології виготовлення не приховуються, а навпаки підкреслюються та стають частиною візуальної мови, переводячи інженерну логіку в естетичний ресурс. Принцип параметричної раціональності проявляється у використанні алгоритмічного проектування для одночасної оптимізації форми, конструкції й матеріаломісткості. Візуально це дає естетику «розумної форми», де кожен елемент виправданий в композиційному сенсі, а складність зчитується як результат цифрової логіки, а не хаотичної декорації. Принцип матеріального контрасту й контрольованого старіння ґрунтується на поєднанні різних металів, металів з іншими матеріалами. У багатьох об'єктах процес природного або прискореного патинування включений у задум як повільна естетична трансформація, завдяки чому скульптура «дорослішає» разом із середовищем, підкреслюючи тривалість і змінність матеріального часу. У сукупності ці принципи задають модель, де металеві об'єкти одночасно демонструють технологічну компетентність, конструктивну логіку й чутливість до матеріального старіння, перетворюючи технологію на повноцінний носій художнього змісту.

4. Соціально-комунікативні принципи естетики просторової металевої пластики Європи XXI століття формуються як система інтерактивної участі, наративної медіації та екологічно чутливого дизайну, що безпосередньо вбудовані у публічний простір. Принцип інтерактивної естетики передбачає проектування скульптур і кінетичних інсталяцій так, щоб глядач ставав співучасником, перетворюючи споглядання на подію та посилюючи соціальні контакти навколо об'єкта. Принцип міського наративу й локальної медіації реалізується в тому, що металеві об'єкти все частіше втілюють історії місця, локальні міфи, соціальні конфлікти або трансформації, стаючи «медіаторами» між минулим і сучасністю, між інституційною пам'яттю та повсякденним досвідом мешканців. Принцип екологічної й енергетичної чутливості проявляється в інтеграції металевих об'єктів із локальними екосистемами й «енергетикою» середовища: від використання відновлюваних джерел, перероблених металів і

низькоенергетичних технологій до створення інсталяцій, що підтримують біорізноманіття, або роблять видимими природні процеси. У сукупності ці принципи зумовлюють перехід від автономного, самодостатнього об'єкта до соціально й екологічно вбудованої металевої пластики, яка одночасно структурує простір, генерує нові форми спільного досвіду й підсилює відповідальне ставлення до міського й природного середовища.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Сукупність проаналізованих праць показує, що сучасний дискурс про металеву просторову пластику розгортається у кількох напрямках: філософсько-теоретичне уточнення базових понять, осмислення репрезентативної та соціокультурної ролі скульптури в публічному просторі, історико-мистецька реконструкція розвитку абстрактної та геометричної скульптури в різних національних контекстах, а також техніко-естетичний аналіз новітніх формотворчих можливостей металу. Водночас бракує спеціальних досліджень, які комплексно поєднують філософсько-естетичні, типологічні та технологічні аспекти саме європейських металевих об'єктів просторової пластики першої чверті XXI століття, що й окреслює нішу та новизну даного дослідження.

2. Етап становлення просторової металевої пластики від 1960-х до початку XXI століття демонструє перехід від формальних експериментів до концептуально й соціально навантажених форм у публічному просторі. У 1960-х домінують абстрактні сталі скульптури, орієнтовані на автономну формотворчість, масштаб і матеріальну експресію; у 1970-х до них додаються ленд-арт, «соціальна скульптура» та середовищні експерименти, що працюють із ландшафтом, екологією та участю глядача. 1980-ті приносять посилення образності й постмодерну множинність стилів, поєднання абстракції з історичними, поп-культурними й локальними мотивами, а 1990-ті – системну інтеграцію металевої пластики в громадський простір як інструмента урбаністичних стратегій, роботи з індустріальною спадщиною та брендингом міст. У результаті до початку XXI століття просторові металеві об'єкти мисляться вже не як ізольовані монументи, а як технологічно, концептуально й соціально вбудовані елементи міського середовища.

3. Художній образ об'єктів металевої пластики у публічному просторі Європи XXI століття визначається сучасними технологіями обробки металу, які створюють нову інфраструктуру взаємодії міста, ландшафту та потоків людей. Цифровий параметричний дизайн задає нову формально-естетичну мову, де

складна геометрія й матеріальна виразність одразу узгоджені з оточуючою забудовою та сценаріями використання. Ключовими характеристиками стають ритмічні поля елементів, криволінійні оболонки, градації пористості та змінність сприйняття. Адитивне виробництво дає змогу створювати структурно оптимізовані, матеріально економні об'єкти з раніше недосяжною внутрішньою складністю, тоді як субтрактивні технології формують естетику високої точності та модульності. Холодне листове формування забезпечує великомасштабні, але візуально легкі криволінійні оболонки з активною грою світла й тіней, а загалом відбувається перехід від масивної статичної скульптури до конструктивно логічних, часто напівпрозорих структур, що пропонують нові сценарії використання публічного простору (Таблиця 4).

4. У структурі новітніх форм металевої пластики публічного простору Європи першої чверті XXI століття окреслюються три взаємопов'язані поля морфогенезу – топології високої обчислювальної складності, модульні й біоміметичні структури, які задають основні напрями формально-естетичного розвитку. Математично складні топології формують напівпрозорі об'єми з ритмом осередків, грою негативного простору, змінністю силуету та світлотіньовою вібрацією, поєднуючи візуальну легкість з інженерною складністю. Модульні структури створюють адаптивні просторові каркаси, де повторюваність і варіативність модулів генерують ефект динамічного «поля сил» і різні сценарії глядацької взаємодії. Біоміметичні рішення вводять у публічний простір конструктивні метафори природних процесів, перенесених у технологічний контекст. Загалом образ таких об'єктів визначається не масою, а взаємодією світла, повітря, прозорості й густоти, руху глядача та середовищних факторів, що перетворює їх на маркери нової ідентичності європейського публічного простору першої чверті XXI століття (Таблиця 5).

5. Усталені форми металевої пластики в публічному просторі Європи першої чверті XXI століття вибудовуються як поліструктурне поле, де антропоморфні, біоморфні, звукові та кінетичні скульптури та інсталяції утворюють взаємодоповнювані типологічні кластери. Вони задають спектр

формально-естетичних засобів, що одночасно працюють на образ, сприйняття середовища й залучення глядача. Антропоморфні скульптури залишаються головними носіями фігуративної репрезентації та ідентичності місця, поєднуючи узагальнені тілесні форми з фрагментацією, порожнистими об'ємами та грою масштабу. Біоморфні скульптури через криволінійні контури, клітинні й фітоморфні структури моделюють у просторі відчуття «живих» об'ємів. Звукові скульптури й інсталяції додають акустичний вимір, перетворюючи публічний простір на середовище багатоканального сприйняття, тоді як кінетичні й рухомі об'єкти закріплюють візуальну мову змінності, циклів і ритмів через модульні, підвішені та шарнірні системи. У підсумку відбувається перехід від єдиного монументального типу до мультимодальної системи, де геометрія, матеріал, світло, звук і рух поєднані в композиції, що перетворюють публічний простір на сцену для процесуального сприйняття металевої пластики (Таблиця 6).

6. Естетика просторової металевої пластики Європи ХХІ століття формується як цілісна система, де концептуально-морфологічні, просторово-перцептивні, матеріально-технологічні та соціально-комунікативні принципи діють одночасно й взаємопов'язано. Концептуально-морфологічні принципи поєднують технічні, архітектонічні та органічні форми, створюючи відкриті для інтерпретацій структури, в яких образ не фіксується раз і назавжди, а постає як процесуальний. Просторово-перцептивні принципи задають спосіб переживання цих об'єктів, де об'єкти металевої пластики проєктуються як інструмент організації руху, погляду й часу. Матеріально-технологічні засади підкреслюють видимість процесів виготовлення, конструктивну логіку та довготривалу змінність металу як частину естетичного сценарію. Соціально-комунікативні принципи розкривають металеву пластику як медіум діалогу з локальною історією, спільнотою та екосистемами (Таблиця 7).

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Антропоморфізм. Енциклопедія сучасної України. URL : <https://esu.com.ua/article-43064> (дата звернення: 19.06.2024).
2. Білик А. Особливості сучасної скульптури. *Українська академія мистецтва*. 2023. № 33. С. 100-105. DOI <https://doi.org/10.32782/2411-3034-2023-33-12>.
3. Брильов С. Застосування у дизайні предметно-просторового середовища засобів сучасної скульптури. *Актуальні проблеми сучасного дизайну : збірник матеріалів Міжнародної науково-практичної конференції (20 квітня 2018 р., м. Київ)*. Київ. КНУТД. 2018. Т. 2. С. 125-128.
4. Вей Венцзюнь, Кутателадзе В.В., Трегуб Н.Є. Інноваційний дизайн скляних мостових споруд Китаю. *Актуальні питання гуманітарних наук: Міжвузівський збірник наукових праць молодих вчених Дрогобицького державного педагогічного університету імені Івана Франка / [редактори-упорядники М. Пантюх, А. Душний, І. Зимомря]*. Дрогобич. Видавничий дім «Гельветика». 2025. № 86. Т. 1. С. 122-128. <https://doi.org/10.24919/2308-4863/86-1-16>.
5. Габрель М. М., Косьмій М. М., Габрель Т. М. Духовний комфорт і дух міста як урбаністичний феномен. *Просторовий розвиток*. 2023. № 3. С. 173–196. <https://doi.org/10.32347/2786-7269.2023.3.173-196>
6. Голубець О. Українська скульптура кінця ХХ – початку ХХІ століть: ефект дифузії. *Вісник Львівської національної академії мистецтв*. 2019. № 41. С. 4–10. <https://doi.org/10.37131/2524-0943-2019-41-01>.
7. Гоцалюк А. Розвиток мистецтва скульптури в Україні (кінець ХХ – початок ХХІ століття). *Українознавство*. 2019. № 1 (70). С. 67–75. [https://doi.org/10.30840/2413-7065.1\(70\).2019.164745](https://doi.org/10.30840/2413-7065.1(70).2019.164745).
8. Дьомін М. М., Габрель М. М., Косьмій М. М., Габрель Т. М. Теоретичні та методичні основи ревіталізації поствоєнного простору та обґрунтування шляхів розвитку України: нематеріальний контекст. *Просторовий розвиток*. 2024. № 10. С. 3-29. DOI: 10.32347/2786-7269.2024.10.3-29.

9. Єрмакова Т.С. Дизайн і концепції українських мистецьких інсталяцій 2022–2024 років на фестивалі «Burning Man»: порівняльний огляд. *Актуальні питання гуманітарних наук*. 2025. № 89. Т. 1. С. 219-225. DOI <https://doi.org/10.24919/2308-4863/89-1-31>.
10. Кузьменко А.Л., Трегуб Н.Є., Кутателадзе В.В. Дизайн-концепції художньо-проектних образів українських свят у ландшафтному середовищі музейних комплексів. *Теорія та практика дизайну*. № 36. 2025. С. 268-277. <https://doi.org/10.32782/2415-8151.2025.36.25>.
11. Лисенко Л. Українська скульптура межі століть. *Мистецтвознавство України*. 2009. № 10. С. 12–20.
12. Лу Біль. Принципи розташування арт-інсталяцій в системі міського простору КНР. *Актуальні питання гуманітарних наук: міжвузівський збірник наукових праць молодих вчених Дрогобицького державного педагогічного університету імені І. Франка*. 2022. № 58. С. 108-113. DOI <https://doi.org/10.24919/2308-4863/58-1-16>.
13. Лу Біль. Причини та напрямки критичного переосмислення проблем КНР в формуванні дизайну арт-інсталяцій. *Актуальні питання гуманітарних наук: міжвуз. зб. наук. праць молодих вчених Дрогобицького державного педагогічного університету імені І. Франка*. 2023. № 69. Т.1. С. 75-81 DOI <https://doi.org/10.24919/2308-4863/69-1-10>.
14. Мазур Б. М. Українська скульптура та її вплив на художню культуру. *Вісник Національної академії керівних кадрів культури і мистецтв : наук. журнал*. 2020. №2. С. 110-114.
15. Одрехівський В. Гігантський, монументальний, величний: термінологічний аспект сучасної скульптури. *Вісник ЛНАМ*. 2015. № 27. С. 2002–2013. <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.33960>.
16. Одрехівський В. Концептуально-пластичні аспекти поліхромії та кінетизму в українській скульптурі хх століття. *Вісник Національної академії керівних кадрів культури і мистецтв*. 2019. №4. С. 141-146. DOI: <https://doi.org/10.32461/2226-3209.4.2019.191356>.

17. Одрехівський В. Сучасна скульптура львівської мистецької школи: експеримент і самоідентифікація. *Вісник Харківської державної академії дизайну і мистецтв*. 2017. № 3. С. 57–67.
18. Одрехівський В. Українська скульптура ХХІ століття: проблема інтермедіальності та жанрово-видового синтезу. *Вісник Львівської національної академії мистецтв*. 2017. № 31. С. 97-108.
19. Откидач А. Термінології обчислювального дизайну. Проблематика визначення термінів. *Теорія і практика дизайну. Культура і мистецтво*. К.: КАІ. 2025. № 35. Т. 1. С. 334-341. DOI: <https://doi.org/10.32782/2415-8151.2025.35.35>.
20. Остапенко С. О., Харченко К. С., Остапенко Л. С. Принципи формування інноваційного архітектурного середовища. *Український журнал будівництва та архітектури*. Д.: ПГАСА. 2023. № 3. С. 114-122. <https://doi.org/10.30838/J.BPSACEA.2312.140723.114.962>.
21. Протас М. Стильові стратегії розвитку української скульптури ХХ–ХХІ ст.: Модель еволюції. ППСМ АМУ. Київ: Укр. видав. Спілка. 2009. 288 с.
22. Русанова І.В., Захарова С.О., Рижова І.С., Харченко К. С. Сучасні тенденції та нові підходи в меморіалізації подій російсько-української війни засобами архітектури та дизайну. *Український журнал будівництва та архітектури*. 2025. № 5 (029). С. 97-108. <https://doi.org/10.30838/UJCEA.2312.051125.97.1196>
23. Скляренко Г. Нова українська скульптура. Київ: ArtHuss. 2021. 304 с.
24. Скляренко Г. Сучасне мистецтво України: Портрети художників. Вид. 2-е, доп. Київ: ArtHuss, 2016. 376 с.: іл.
25. Скляренко Г. Українські художники: з відлиги до Незалежності. Київ: ArtHuss, 2020. Кн. 2. 304 с.: іл.
26. Сураль А. Магдалена Абаканович: мистецтво, яке змінює простір. *Culture.pl*. 2025. URL: <https://culture.pl/ua/stattia/magdalena-abakanovych-mystetstvo-yake-zminyuue-prostir> (дата звернення: 20.11.2025).
27. Трегуб Н.Є. Світловий дизайн у формуванні архітектурно-ландшафтного середовища інноваційних парків. *Актуальні питання гуманітарних наук*:

- Міжвузівський збірник наукових праць молодих вчених Дрогобицького державного педагогічного університету імені Івана Франка*. Дрогобич: Видавничий дім «Гельветика». 2024. № 76. С. 87-92. <https://doi.org/10.24919/2308-4863/76-2-15>.
28. Харченко К. С., Гребінник Т. О., Капленко Д. Д. Символізм в архітектурному середовищі. *Український журнал будівництва та архітектури*. 2024. № 5. С. 151-159. [HTTPS://DOI.ORG/10.30838/UJCEA.2312.301024.151.1104](https://doi.org/10.30838/UJCEA.2312.301024.151.1104)
29. Цугорка О. П., Варивончик А. В., Мазур Б. М. Сучасна скульптура та її вплив на організацію суспільного простору. *Вісник КНУКіМ. Серія «Мистецтвознавство»*. 2021. № 44. С. 221–226. <https://doi.org/10.31866/2410-1176.44.2021.235436>.
30. Чвирова О.Є., Василенко О.Б. Організація відкритих громадських просторів в міському середовищі. *Регіональні проблеми архітектури та містобудування*. Зб. наукових праць: вип. 17. МОН України; ОДАБА; АХІ; Одеса. 2023. С. 282-291. DOI: 10.31650/2707-403X-2023-17-282-291
31. Чембержі Д. Значення мистецтва інсталяції для розвитку «contemporary art». *Вісник Львівської національної академії мистецтв*. 2019. № 39. С. 278-287. <https://doi.org/10.37131/2524-0943-2019-39-19>.
32. Чембержі Д. Інсталяційні проекти в Україні: витoki, ідеї, персоналії. *Мистецтвознавчі записки*. 2018. № 33. С. 167–175. <https://doi.org/10.37131/2524-0943-2019-39-19>.

Література англійською мовою:

33. 3D sand printing. *Voestalpine Foundry Group*. URL: <https://www.voestalpine.com/giesserei-gruppe/en/Innovation/3D-sand-printing> (date of access: 28.07.2025).
34. Adzhiev V., Comninos P., Pasko A. Augmented sculpture: Computer ghosts of physical artifacts. *Leonardo*. 2003. V. 36. No. 3. P. 211-219.

35. Aguirre-Martínez G. Metamorfosis como fenómeno estético en la escultura de Tony Cragg. *Arte, Individuo y Sociedad*. 2013. V. 25. No. 2. P. 247-259. http://dx.doi.org/10.5209/rev_ARIS.2013.v25.n2.38992.
36. Aldgate. A Twisted Ribbon Crawling Through the City of London. *Landezine. Landscape Architecture Platform*. 2025. URL: <https://landezine.com/aldgate-a-twisted-ribbon-crawling-through-the-city-of-london-by-carve/> (date of access: 25.11.2025).
37. Alforova, Z., Lahoda, O., Hurdina, V., Lytvyniuk, L., Kupchyk, R. Analysis of modern approaches to the application of technologies in architecture and design. *Amazonia Investiga*. 2022. V.11. № 52. C. 105-114. <https://doi.org/10.34069/AI/2022.52.04>.
38. Andersen K., Bochicchio L. The presence of animals in contemporary art as a sign of cultural change. *PhilPapers*. 2012. Vol. 6. P. 12-23. URL: <https://philpapers.org/rec/ANDTPO-57> (date of access : 19.11.2024).
39. Anemone Magnifica – 2015. *Volkert van der Wik's Kinetic Sculptures*. URL: https://kineticart.nl/en/collection_of_works/kinetic_sculptures/anemone_magnifica_2015 (date of access: 25.07.2025).
40. Änggård, A. Figurines as multiple art: Studying the shape and forms of Neolithic Statuettes. 2015. 42 p.
41. Anyaegbu U. G. The link between abstract sculpture and sculptural abstractions in architecture. *Awka journal of fine and applied arts*. 2023. V. 9. No. 2. P. 85–100.
42. Azzarello N. FAKT hovers an undulating aluminium cloudscape within a french courtyard. *Designboom*. 2015. URL: <https://www.designboom.com/art/fakt-lively-architecture-festival-cloudscape-034-07-20-2015/> (date of access: 25.07.2025).
43. Baydir Y. MVRDV's SOMBRA Pavilion Showcases Dynamic Shading at Venice Time Space Existence Exhibition. *Parametric architecture*. 2025. URL: <https://parametric-architecture.com/mvrdvs-sombra-pavilion-venice/> (date of access: 21.11.2025).

44. Berger H., Halliday N. The Berlin Wall Memorial. *Berlin Wall Foundation*. 2020. URL: <https://www.stiftung-berliner-mauer.de/en/berlin-wall-memorial/historical-site/memorial> (date of access: 17.09.2025).
45. Bespoke CNC Machined Artwork – Brutalist Tapestry. *Parallel Precision*. URL: <https://www.parallelprecision.co.uk/blog/bespoke-cnc-machined-artwork> (date of access: 10.08.2025).
46. Bilir A. Magdalena Abakanowicz ve “Agora” Adlı Yerleřtirmesi. *Sanat ve Tasarım Dergisi*. 2015. V. 5. No. 2. P. 172-186.
47. Bill Woodrow – Sculptures 1981-1988. *Waddington Galleries/Waddington Custot*. 2011. URL: <https://www.waddingtoncustot.com/fr/exhibitions/17/> (date of access: 27.09.2025).
48. Biomorphism. URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/> (date of access: 04.09.2021).
49. Bishop C. Installation Art: A Critical History. *Tate Publishing*. 2005. 144 p.
50. Błotnicka-Mazur, E. The Image of Art between Ideology and Modernity. Elblag Biennales of Spatial Forms in 1960’s Poland. *ARTis ON*. 2019. V. 9. P. 97–106.
51. Blur Building. Swiss Expo 2002, Yverdon – Les-Bais, Switzerland. *Diller Scophidio + Renfro*. 2002. URL: <https://dsrny.com/project/blur-building> (date of access: 20.10.2024).
52. Bociąga P. Elbląg’s Biennale Turned the City Into an Open-Air Gallery. *3seaseurope*. 2023. URL: <https://3seaseurope.com/elblags-biennale-turned-city-into-an-open-air-gallery/> (date of access: 20.09.2025).
53. Borisova Sv., Tytar O., Stoliarchuk N., Alforova Z., Tykhoniuk O. Analysis of the impact of the digital revolution on creativity in contemporary art: Technological changes interactivity and virtual aesthetics. *Universidade Católica de Petrópolis, Rio de Janeiro, Brasil / Synesis*, V. XX, № X. Volume16Issue1 Article Number e2951 Published JAN-MAR. 2024. ISSN 1984-6754 <https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:001177469300004> (Web of Science Source Indexed 2024-03-29).

54. Bryant J. Caro, Sir Anthony Alfred [Tony] (1924–2013). *Oxford Dictionary of the National Biography*. 2017. URL: <https://doi.org/10.1093/ref:odnb/108023> (date of access: 15.08.2024).
55. Campbell L. M. Anthropomorphic and Zoomorphic Figurines of the Eastern Mediterranean. *Iris: The Journal of the Classical Association of Victoria*. 2005. №18. P. 65–72.
56. Casting with 3d sand printing. *Römheld & Moelle*. URL: <https://www.roemheld-moelle.de/en-en/processes/printed-casting/> (date of access: 28.08.2025).
57. Claes & Coosje. A Timeline of Large-Scale Projects. *Pace gallery*. 2021. URL: <https://www.pacegallery.com/journal/claes-coosje-timeline-large-scale-projects/> (date of access: 17.09.2025).
58. Cochran D. Temenos (Middlesbrough, Anish Kapoor, 2010). *North East Statues*. URL: <https://northeaststatues.com/2022/04/02/temenos-middlesbrough-anish-kapoor-2010/> (date of access: 29.07.2025).
59. Constructing the 2013 Serpentine Gallery. *NBS*. 2013. URL: <https://www.thenbs.com/knowledge/constructing-the-2013-serpentine-gallery> (date of access: 28.09.2025).
60. Cragg A. URL: <https://www.tony-cragg.com/> (date of access: 16.12.2025).
61. Creating 2 meter tall bronze statue using 3D printing technology. URL: <https://www.voxeljet.com/additive-manufacturing/case-studies/art-and-design/bronze-statue-created-by-3d-casting> (date of access: 5.08.2025).
62. Cristiani M. Abete Giuseppe Penone. *Le Città del Futuro*. URL: <https://artecontinua.org/en/art-exhibition/abete/> (date of access: 12.07.2025).
63. Dąbrowska D. A multimodal perspective on metaphors and metonymies in art: A case study of the artwork Agora by Magdalena Abakanowicz. *Crossroads. A Journal of English Studies*. 2016. V. 02. No. 13. P. 4–12.
64. De Man L. URL: <https://www.lucdeman.be/public-art> (date of access: 12.12.2025).
65. Del Sole F. The Architectural Illusion of Edoardo Tresoldi: The Reconstruction of the Basilica of Siponto. *Athens Journal of Architecture*. 2021. V. 7. No. 2. P. 257–247. <https://doi.org/10.30958/aja.7-2-2>.

66. Diederichs X. “Mehr.WERT. pavilion” with supporting structure made of recycled steel. *Market Steel*. 2019. URL: <https://www.marketsteel.com/news-details/mehr-wert-pavilion-with-supporting-structure-made-of-recycled-steel.html> (date of access: 11.07.2024).
67. Dorset View. Newly conserved Sea Music sculpture in Poole to be launched in May. *Dorset View. News, reviews and entertainment*. 2017. URL: <https://dorsetview.co.uk/newly-conserved-sea-music-sculpture-poole-launched-may/> (date of access: 17.09.2024).
68. Edoardo Tresoldi. URL: <https://www.edoardotresoldi.com/works/> (date of access: 25.07.2025).
69. Foer D. Kunsthofpassage Singing Drain Pipes. Atlas Obscura. URL: <https://www.atlasobscura.com/places/kunsthofpassage-funnel-wall> (дата звернення: 14.09.2025).
70. Foertig C. D. William Darrell: Kinetic Sculptures Inspired by Nature and Evolution. *Catapult*. 2015. URL: <https://www.munchiesart.club/william-darrell-kinetic-sculptures-inspired-by-nature-and-evolution/> (date of access: 8.08.2025).
71. Forum Metall. *Lentos*. URL: <https://www.lentos.at/museum/forum-metall> (date of access : 17.09.2025).
72. Galambosova C. César Baldaccini: Master of Compression. *Dailyartmagazine*. 2025. URL: <https://www.dailyartmagazine.com/cesar-baldaccini/> (date of access: 17.10.2025).
73. Gormley A. Feeling into form. *Philosophical Transactions of the Royal Society. Biological sciences*. 2007. V. 362. Issue 1484. P. 1513–1518. Doi: 10.1098/rstb.2007.2132.
74. Harber D. Torus. *David Harber*. URL: <https://www.davidharber.co.uk/sculpture/torus> (date of access: 5.06.2025).
75. Helidon Xhixha. URL: <https://xhixhahelidon.com/artworks/categories/1-public-art/> (date of access: 21.09.2024).
76. Helzel M., Taylor I. Cutting Edge in Sheffield, United Kingdom. *Public Spaces – Stainless Steel in the Urban Environment*. Eurp Inox. 2011. Building Series. V. 16. P.

- 22-23. URL: https://www.imoa.info/download_files/stainless-steel/euroinox/PublicSpaces.pdf (date of access: 19.07.2025).
77. Helzel M., Taylor I. Steel curtain in Wattens, Austria. *Public Spaces – Stainless Steel in the Urban Environment*. Eurp Inox. 2011. Building Series. V. 16. P. 18. URL: https://www.imoa.info/download_files/stainless-steel/euroinox/PublicSpaces.pdf (date of access: 14.12.2025).
78. Herbert Mehler. *Troner*. 2021. URL: <https://www.troner.com/en-gb/in-fokus-herbert-mehler> (date of access: 20.08.2025).
79. Hopkins R. Sculpture and Space. *Philosophy and the Arts*. Routledge, UK. 2003. P. 272-290. URL: <https://philarchive.org/rec/HOPSAS> (date of access : 23.08.2024).
80. Horizon Field, Austria, 2010–12. *Antony Gormley*. URL: <https://www.antonygormley.com/works/making/horizon-field> (date of access: 20.07.2025).
81. “I’m Alive” by Tony Cragg. Kistefos. URL: <https://www.kistefosmuseum.com/sculptur/i-m-alive> (date of access: 28.08.2025).
82. Indoor & Outdoor Fountain Sculptures, Welded Metal Art. GAHR. URL: https://www.gahr.art/en/artworks/waterfall_fountains.htm (date of access: 29.07.2025).
83. Industrial 3D printers revolutionize the traditional art casting. URL: *Voxeljet*. <https://www.voxeljet.com/additive-manufacturing/case-studies/art-and-design/3d-printing-modernizes-traditional-art-casting/> (date of access: 28.07.2025).
84. Installation Art. IMMA. URL: <https://imma.ie/what-is-art/series-1-1970-now/installation-art/> date of access: 18.08.2025).
85. Irvin S. Sculpture. *The Routledge Companion to Aesthetics Third Edition*. Routledge. 2013. P. 606-615. URL: <https://philarchive.org/rec/IRVS-2> (date of access: 22.08.2024).
86. Ivan Black. Outdoor works. URL: <https://willcarrsculpture.co.uk/top-11-kinetic-wind-sculptors/> (date of access: 19.11.2025).
87. Jeppe Hein. Gravity Mirror Pavilion & Sun Moon and the Earth. *König Galerie*. URL: <https://www.koeniggalerie.com/blogs/public-projects/jeppe-hein-gravity->

- mirror-pavilion-sun-moon-and-the-earth (date of access: 17.07.2025).
88. Jeppe Hein. Modified Social Benches for Venice. *König Galerie*. URL: <https://www.koeniggalerie.com/blogs/public-projects/jeppe-hein-modified-social-benches-for-venice> (date of access: 23.08.2025).
89. Jiamao Liu. The Current Application Situation and Development Bottlenecks of 3D Printing Technology in the Field of Sculpture. 3rd International Conference on Art Studies: Science, Experience, Education (ICASSEE 2019). V. 368. P. 292–294.
90. Jordi Díez Fernández. URL: <https://jordidiezfernandez.com/> (date of access: 30.11.2025).
91. Kadian K., Garhwal S., Kumar A. Quantum walk and its application domains: A systematic review. *Computer Science Review*. 2021. No. 41, 100419.
92. Kovalova M, Alforova Z., Sokolyuk L., Chursin O., Oduch L. The digital evolution of art: current trends in the context of the formation and development of metamodernism. *Amazonia Investiga*. 2022. № 11 (56). P. 114 – 123. <https://doi.org/10.34069/AI/2022.56.08.12>
93. Kutateladze, V., Danyshchuk, O. Design of the Subject-Spatial Environment of the Hutsul Region: Impact of Ethnocultural Traditions. *Culture and Arts in the Modern World*. 2025. V. 26. P. 145-165. <https://doi.org/10.31866/2410-1915.26.2025.340333>.
94. Lähdesmäki T. Aesthetics of Geometry and the Problem of Representation in Monument Sculpture. In K. Fenyvesi, & T. Lähdesmäki (Eds.), *Aesthetics of Interdisciplinarity : Art and Mathematics*. Birkhäuser. 2017. 275–290 p. https://doi.org/10.1007/978-3-319-57259-8_17.
95. Lancelin H. The silent heads of Jaume Plensa. *ArtCritic. The Power Words of Art*. 2025. URL: <https://www.artcritic.com/en/the-silent-heads-of-jaume-plensa/> (date of access: 17.08.2025).
96. Lee Simmons. The Tay Whale. 2021. URL: <https://leesimmons.com/projects/tay-whale-sculpture/> (date of access: 12.09.2025).

97. Leigha db. Luke Jerram: aeolus wind sound sculpture at canary wharf, London. URL: <https://www.designboom.com/art/luke-jerram-aeolus-wind-sound-sculpture-at-canary-wharf-london/> (date of access: 4.06.2025).
98. Lesso R. Why Was the Angel of the North Built? *The Collector*. 2022. URL: <https://www.thecollector.com/why-was-the-angel-of-the-north-built/> (date of access: 17.09.2025).
99. Litt S. Anish Kapoor's shiny "C-Curve" scorches grass in distracting installation at Cleveland Museum of Art. *Cleveland*. 2015. URL: https://www.cleveland.com/arts/2015/08/anish_kapoors_shiny_c-curve_bu.html (date of access: 12.06.2025).
100. Liu Dazhi. Application Analysis of Metal Material and Wood in Sculpture Creation. *2nd International Conference on Arts, Linguistics, Literature and Humanities (ICALLH 2019)*. 2019. P. 26-299. DOI: 10.25236/icallh.2019.064.
101. López, P. B. (2009). La abstracción geométrica en España, 1957-1969. Editorial CSIC-CSIC Press. 2009. V. 14. P. 15-445.
102. Luo J. A Comparative Study on the Material Application of Traditional Sculpture and Contemporary Sculpture. *7th International Conference on Social Network, Communication and Education (SNCE 2017)*. *Advances in Computer Science Research*. 2017. V. 82. p. 861- 864.
103. Marc Fornes / Theverymany. URL: <https://architizer.com/firms/marc-fornes-theverymany/> (date of access: 15.07.2025).
104. Marc Quinn : Frozen Waves, Broken Sublimes (2015). *Artvue*. 2015. URL: <https://artvue.net/2015/10/21/marc-quinn-frozen-waves-broken-sublimes-2015/> (date of access: 9.09.2025).
105. Marian Goodman Gallery. The Relationship to Action: An Interview with Richard Deacon. *Art&Deal*. 2017. URL: <https://www.mariangoodman.com/usr/library/documents/main/art-deal-august-2017-.pdf> (date of access: 17.03.2024).

106. Miller E. A hotel in Sweden gets a pavilion draped with perforated aluminium. *Contemporist*. 2015. URL: <https://www.contemporist.com/a-hotel-in-sweden-gets-a-pavilion-draped-with-perforated-aluminium/> (date of access: 18.09.2024).
107. Miskell L., Orange H., Almond-Brown G. Art as industrial heritage: deindustrialisation and public sculpture in Britain's steel-making regions, 1976–2020. *Social History*. 2024. V. 49. Issue 4. P. 510-542. <https://doi.org/10.1080/03071022.2024.2389627>.
108. Monika Sosnowska: The stairs. *The Contemporary Austin*. URL: <https://thecontemporaryaustin.org/exhibitions/monika-sosnowska-the-stairs/> (date of access: 20.12.2025).
109. Morales L. Glide Through the Darkness Into the Light: Helidon Xhixha's "Luce, la Rinascita di Venezia". *Live in Italy Magazine*. 2020. URL: <https://liveinitalymag.com/helidon-xhixha-art-exhibition-in-venice/> (date of access: 2.09.2025).
110. Morbi C. Hundreds of vertical untreated steel rebars shape maetherea's kinetic installation in the UK. *Designboom*. 2025. URL: <https://www.designboom.com/art/vertical-untreated-steel-rebars-maetherea-kinetic-installation-uk-iron-reef-08-10-2025/> (date of access: 25.11.2025).
111. Morosanu G-A., et al. Art and engineering in metal sculptures. *Journal of Industrial Design and Engineering Graphics*. 2016. V. 11. No. 1. P. 23–28.
112. NCAF (Niki Charitable Art Foundation). Jean Tinguely: Poet of Machines. *Niki de Saint Phalle*. 2025. URL: <https://nikidesaintphalle.org/jean-tinguely-poet-of-machines/> (date of access: 17.09.2025).
113. Nomade, 2010. *Jaume Plensa*. URL: <https://jaumeplensa.com/works-and-projects/public-space/nomade-2010> (date of access: 20.07.2024).
114. Ochs A. Tony Cragg: Stack. *Purple Path*. URL: <https://purple-path.de/en/werke/tony-cragg-stack/> (date of access: 24.11.2025).
115. Olafur Eliasson. *Umschreibung*, 2004. URL: <https://olafureliasson.net/artwork/umschreibung-2004/> (date of access: 28.05.2024).
116. Oskar Zieta Inflates Steel Arches With Air to Create This Lightweight Pavillion.

- ArchDaily*. 2017. URL: <https://www.archdaily.com/875571/oskar-zieta-inflates-steel-arches-with-air-to-create-this-lightweight-pavillion> (date of access: 15.07.2025).
117. Panek B., et al. La construcción de un propósito a partir de los conceptos de vacío y ciudad en la escultura de Jorge Oteiza y Franz Weissmann. *AusArt*. 2014. P. 22–32.
118. Papillon d'Or. *Wild*. URL: <https://www.wild-design-studio.com/le-papillon-d-or> (date of access: 11.12.2025).
119. Phillips S. Parametric Design: a Brief History. *Arc CA Digest*. 2009. URL: <https://arccadigest.org/parametric-design-a-brief-history/> (date of access: 17.09.2025).
120. Pleated Inflation. *Marc Fornes / Theverymany*. 2015. URL: <https://theverymany.com/public-art/arageles-sur-mer> (date of access: 18.12.2025).
121. Pohl E.B. Croatian Pavilion at the Venice Biennale. *Arch daily*. 2010. URL: <https://www.archdaily.com/74469/croatian-pavilion-at-the-venice-biennale> (date of access: 19.09.2024).
122. Pownall A. Edoardo Tresoldi installs wire mesh sculpture on roof of a Barcelona building. *Dezeen*. 2018. URL: <https://www.dezeen.com/2018/12/13/edoardo-tresoldi-limes-barcelona-installation/> (date of access: 15.07.2024).
123. Predota G. Sounding the Sea Blackpool High Tide Organ. *Intertude*. 2015. URL: <https://interlude.hk/sounding-seablackpool-high-tide-organ/> (date of access: 20.09.2024).
124. Rain-a-way. *Boloz*. URL: <https://boloz.eu/product/water-play-installation-rainaway/> (date of access: 18.11.2025).
125. Reading Between the Lines / Gijs Van Vaerenbergh. *Arch daily*. 2011. URL: <https://www.archdaily.com/298693/reading-between-the-lines-gijs-van-vaerenbergh> (date of access: 18.12.2024).
126. Rebentisch J. *Aesthetics of Installation Art*. Berlin: Sternberg Press, 2012. 292 p.
127. Ripples Kinetic Wind Sculpture. *ArtParks*. 2024. URL: <https://artparks.co.uk/sculpture/ripples-kinetic-wind-sculpture/> (date of access: 15.07.2025).

- 14.09.2025).
128. Rolling Bridge, London. *Arquitectura Viva*. URL: <https://arquitecturaviva.com/works/puente-enrollable-londres-4> (date of access: 20.07.2025).
129. Rose B. Bernar Venet. *Art Plural Gallery*. 2012. 112 p. URL: https://www.artpluralgallery.com/usr/documents/exhibitions/list_of_works_url/26/catalogue-bernar-venet.pdf (date of access: 17.09.2025).
130. Sans A. M. O. La conquista del espacio: un nuevo atributo de monumentalidad en la escultura del Siglo XXI. *Tsantsa. Revista de Investigaciones artísticas*. 2020. No. 9. P. 241-259.
131. Sculpture. *Britannica*. 2026. URL: <https://www.britannica.com/art/sculpture> (date of access: 10.02.2026).
132. Shah D. 2022. *Art Dubai*. Italian artist Loris Cecchini's art is extrapolated from natural phenomenon. URL: <https://www.stirworld.com/see-features-italian-artist-loris-cecchinis-art-is-extrapolated-from-natural-phenomenon> (date of access: 1.06.2024).
133. Sher D. 'The Whale Pass' sculpture 3D printed by MX3D in Turin. *Voxelmatters*. 2022. URL: <https://www.voxelmatters.com/the-whale-pass-sculpture-3d-printed-by-mx3d-in-turin/> (date of access: 24.11.2024).
134. Sienna R. Kinetic Wind Chime Sculpture Creates a 'Big Bang' From Rusty Metal Pipes. *My Modern Met*. 2023. URL: <https://mymodernmet.com/etienne-krahenbuhl-big-bang/> (date of access: 10.08.2025).
135. Singing Ringing Tree. *Tonkin Liu*. URL: <https://tonkinliu.co.uk/singing-ringing-tree> (date of access: 6.07.2024).
136. Site-Specific Art. *Artlex art dictionary*. URL: <https://www.artlex.com/site-specific-art/> (date of access: 20.11.2025).
137. Sky Mirror (for Hendrik) Anish Kapoor. *Sea Foundation*. URL: <https://www.seafoundation.eu/sky-mirror-kapoor-pont-tilburg-netherlands/> (date of access: 27.08.2025).

138. Smith-Riedel C. “Stumbling Stones” in Europe: A Daughter’s Journey to the Smallest of Holocaust Memorials. *Smithsonian Center for Folklife and Cultural Heritage*. 2022. URL: <https://folklife.si.edu/magazine/stumbling-stones-holocaust-memorials> (date of access: 20.11.2024).
139. Smog Free Tower. Studio Roosegaarde. URL: <https://www.studioroosegaarde.net/project/smog-free-tower> (date of access: 25.12.2025).
140. Stasiuk, D. , Nicholas, P., Nørgaard, E. C., Hutchinson, C., Thomsen, M. R. A multiscale adaptive mesh refinement approach to architected steel specification in the design of a frameless stressed skin structure. *In Modelling Behaviour: Design Modelling Symposium 2015*. Springer International Publishing. 2015. P. 17-34. URL: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-24208-8_2 (date of access: 19.07.2024).
141. The Birds’ Palace. Studio Ossidiana. URL: <https://www.studio-ossidiana.com/the-birds-palace> (date of access: 28.11.2025).
142. The Hive (Kew Gardens, UK). 2024. URL: <https://www.stageone.co.uk/case-study/the-hive/> (date of access: 28.07.2025).
143. The Kelpies, Falkirk. *SteelConstruction*. 2014. URL: https://www.steelconstruction.info/The_Kelpies,_Falkirk (date of access: 6.08.2025).
144. The Loop. Holscher Nordberg Architects. *Divisare*. 2016. URL: <https://divisare.com/projects/321539-holscher-nordberg-architects-the-loop> (date of access: 15.01.2026).
145. Tiger and Turtle – Magic Mountain. *Kidpassage*. 2011. URL: <https://kidpassage.com/en/activity/germany/duisburg/tiger-turtle-magic-mountain> (date of access: 21.07.2025).
146. Timo Kahlen. Sound sculptures and installations. URL: <http://www.timo-kahlen.de/soundsc.htm> (date of access: 5.07.2025).

147. Torres I. This Steel Loop Took 9 Years to Finally Flow in Ljubljana. *Yanko Design*. 2026. URL: <https://www.yankodesign.com/2026/01/14/this-steel-loop-took-9-years-to-finally-flow-in-ljubljana/> (date of access: 15.01.2026).
148. Treese A-L. Das gegenläufige Konzert [Concert in Reverse]. Rebecca Horn. URL: <https://www.skulptur-projekte-archiv.de/en-us/9999/projects/16/> (date of access: 17.09.2025).
149. Vasilenko A., Tanirverdiiev A., Koniuk A., Vorobiova O. Artificial Lighting Environment of the City. In: Onyshchenko V., Mammadova G., Sivitska S., Gasimo A. (eds). *Proceedings of the 4th International Conference on Building Innovations (ICBI 2022)*. Lecture Notes in Civil Engineering. Cham: Springer, 2023. V. 299. P. 585–596. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-031-17385-1_47
150. Vasylenko O.B., Merzhiievska N.Y., Chvyrova O.Y. Factors determining the architectural and planning organization of open public spaces. *Регіональні проблеми архітектури та містобудування*. Зб. наукових праць: вип.17 / МОН України; ОДАБА; АХІ; Одеса. 2025. С. 31-38. DOI: 10.31650/2707-403X-2024-18-31-39
151. Villafaña B. The ethereal archi-art of Edoardo Tresoldi lands on the seaside of Reggio Calabria. Designwanted. Architecture. 2020. URL: <https://designwanted.com/edoardo-tresoldi-reggio-calabria-opera/> (date of access: 21.07.2025).
152. Voestalpine High Performance Metals International GmbH. URL: <https://www.bohler.at/export/en-us/> (date of access: 11.09.2025).
153. Vowi. Arte Povera: From Historical Origins to Contemporary Influence. *Vowi*. 2025. URL: <https://vowi.us/arte-povera-from-historical-origins-to-contemporary-influence/> (date of access: 17.11.2025).
154. Wade F. Conrad Shawcross: The Dappled Light of the Sun. Studio International. 2015. URL: <https://www.studiointernational.com/conrad-shawcross-dappled-light-of-the-sun-review-royal-academy-london-inverted-spires-descendent-folds> (date of access: 11.07.2025).
155. Wang, Y. Personal Emotion and Material Application in Metal Sculpture

- Creation. *Frontiers in Art Research*. 2022. V.4. No. 2. P. 52-55. DOI: 10.25236/FAR.2022.040210.
156. Waslet C.A. Comunicando el vacío. *Tailer Vertical de Comunicación*, 2010, P. 1–14. URL: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/73773> (date of access: 17.09.2025).
157. Werness, H. B., ed. *The Continuum encyclopedia of animal symbolism in art*. A&C Black, 2004.
158. Westpark-Clouds Artful 3D printing. *Voxeljet*. 2017. *Voxeljet*. URL: <https://www.voxeljet.com/additive-manufacturing/case-studies/art-and-design/artistic-3d-printing-for-munichs-westpark> (date of access: 14.08.2025).
159. What are abstract sculptures? Definition, History and Features. *Awork*. URL: <https://sculptureartwork.com/abstract-sculpture-definition-history-features/> (date of access: 22.07.2024).
160. Zalaya R., Barallo J. Mathematical Sculpture Classification. *Meeting Alhambra, ISAMA-BRIDGES Conference Proceedings*. 2003. P. 53–60).
161. Zeus – le cheval métallique. *Blam*. URL: <https://bl-am.fr/fr/project/zeus/> (date of access: 20.12.2025).
162. Zhang, F. Xianbei zoomorphic plaques: art, migration, and human-environment entanglement. *Arts*. 2022. Vol. 11, No. 6. P. 129. MDPI. <https://doi.org/10.3390/arts11060129>.
163. Zhao Yingjian. Performance and Application of Metal Material in Decorative Sculpture. *2nd International Conference on Arts, Linguistics, Literature and Humanities (ICALLH 2019)*. 2019. p. 284-287. DOI: 10.25236/icallh.2019.061.
164. Zietoun Lea. Yayoi Kusama's Infinite Accumulation sculpture lands in London as soaring silver spheres. *Designboom*. 2024. URL: <https://www.designboom.com/art/yayoi-kusama-infinite-accumulation-london-soaring-silver-spheres-08-07-2024/> (date of access: 19.07.2025).

Література китайською мовою:

165. 王忠林 意象与观照: 从雕塑的抽象到抽象雕塑 2013年02期 61-63. [Ван Чжунлінь. Образ і спостереження: від абстракції до абстрактної скульптури. *Дослідження мистецтва*. 2013. Вип. 2. № 2. С. 61–63. URL: https://lib.cqvip.com/Qikan/Article/Detail?from=Qikan_Search_Index&id=46044998 (дата звернення: 18.06.2024)].
166. 尹智欣: 金属艺术的表现语言研究 2015年11期 [Інь Чжисінь. Дослідження виразної мови мистецтва металу. *Академія образотворчих мистецтв Лу Сюня*. 2015. №11. С. 66–68. DOI: 10.3969/j.issn.1002-2953.2015.11.022]
167. 吕绍藩 论西方抽象雕塑艺术的兴起 2020-09-30 页码 : 32-36. [Лу Шаофань. Про підйом західного абстрактного мистецтва скульптури. *Журнал образотворчого мистецтва*. 2020. No 4. P. 32–36. URL: https://qikan.cqvip.com/Qikan/Search/Index?key=K%3D%E8%A5%BF%E6%96%B9%E6%8A%BD%E8%B1%A1%E9%9B%95%E5%A1%91%E8%89%BA%E6%9C%AF&from=Qikan_Search_JournalSearch (дата звернення: 18.06.2024)].
168. 刘建斌. 现代金属艺术作品创作形式与表现. *美术大观* 2016 (7) : 90–91. [Лю Цзяньбін. Створення форми та вираження сучасного мистецтва з металу. *Арт Гранд В'ю*. 2016. №7. С. 90–91. URL: <https://www.ifabiao.com/msdg/201607/27020424.html> (дата звернення: 28.06.2024)]
169. 庞渤 抽象雕塑创作之思 2021年2期 [Пан Бо. Думки про створення абстрактних скульптур. *Скульптура*. 2021. Вип. 2. URL: <https://www.qykjyfz.cn/qikandaodu/2021/0727/2846.html> (дата звернення: 18.06.2024)].
170. 孙雪峰 直接金属艺术作品形态表现的当代性 *艺术家*, 2020, (07): 189-190 [Сунь Сюефенг. Сучасність форм вираження художніх творів з прямого металу. *Художник*. 2020. №7. С. 189-190. URL:

<https://www.scholarmate.com/S/KXT25G> (дата звернення: 17.06.2024)].

171. 钱碧红 试论现代抽象雕塑的审美特征 2006年第3期68-71,共4页 [Цянь Біхун. Про естетичні характеристики сучасної абстрактної скульптури. Журнал Сучжоуського інституту освіти. 2006. №3. С. 68-71. URL: https://lib.cqvip.com/Qikan/Article/Detail?from=Qikan_Search_Index&id=1000212383 (дата звернення: 16.06.2024)].
172. 作者: 艺术设计中金属材料美学表达应用研究范文 发布时间: 2022-08-14 [Чень Сі. Дослідження застосування естетичного вираження металевих матеріалів в артдизайні. 2022. URL: <https://www.meizhang.com/sj/w/yssj/w/739073.html> (дата звернення: 12.06.2024)].



Додаток А


Таблиці до розділу 2

Таблиця 1. Формально-естетичні засоби дизайну металевих скульптур: морфологія; просторово-композиційна організація; матеріал, світло, колір; перцептивно-образні аспекти.

	«Келпі» (<i>The Kelpies</i>)	<i>Технології</i> : параметричний дизайн <i>Тип усталених форм</i> : зооморфна
	<i>Морфологія</i>	Кінські голови панцирної структури
	<i>Простір</i>	Парна композиція просторового входу
	<i>Матеріал</i>	Напівпрозорий панцир сталевих пластин
	<i>Перцепція</i>	Діалог двох тварин-символів регіону
	«Хмари Вестпарку» (<i>Westpark-Clouds</i>)	<i>Технології</i> : адитивне виробництво <i>Тип усталених форм</i> : антропоморфна
	<i>Морфологія</i>	Параметричні нашарування полігональних тіл
	<i>Простір</i>	Безфронтальна просторова композиція
	<i>Матеріал</i>	Структурована алюмінієва оболонка з фактурою
	<i>Перцепція</i>	Метафора фрагментованої хмари спільноти
	«Зелена людина» (<i>The Green Man</i>)	<i>Технології</i> : адитивне виробництво <i>Тип усталених форм</i> : антропоморфна
	<i>Морфологія</i>	Індустріальна пластика масштабу людини
	<i>Простір</i>	Осьовий акцент між фасадами
	<i>Матеріал</i>	Індустріальний метал «організм–машина»
	<i>Перцепція</i>	Тотем поєднання біологічного й машинного
	«Вежа Тресс» (<i>The Tresse Tower</i>)	<i>Технології</i> : адитивне виробництво <i>Тип усталених форм</i> : абстрактна
	<i>Морфологія</i>	Колона з ромбічного плетіння, золочена корона
	<i>Простір</i>	Вертикальна вісь садового ландшафту
	<i>Матеріал</i>	Світлотінна гра ромбічних сталевих модулів
	<i>Перцепція</i>	Емоційна вісь садового простору
	«Кочівник» (<i>Nomade</i>)	<i>Технології</i> : субтрактивні технології <i>Тип усталених форм</i> : антропоморфна
	<i>Морфологія</i>	Типографічна оболонка, сидяча фігура
	<i>Простір</i>	Вертикальний акцент лінії фортифікацій
	<i>Матеріал</i>	Фарбована біла прорізна нержавіюча сталь
	<i>Перцепція</i>	Внутрішній монолог фігури; носій історій
	«Тор» (<i>Torus</i>)	<i>Технології</i> : холодне листове формування <i>Тип усталених форм</i> : абстрактна
	<i>Морфологія</i>	Тороїдальна криволінійна поверхня з отвором
	<i>Простір</i>	Осьовий центр просторової перспективи
	<i>Матеріал</i>	Дзеркальна поверхня викривленого пейзаж
	<i>Перцепція</i>	Символ безперервності простору й часу

	«С-подібна крива» (C-Curve)	<i>Технології:</i> холодне листове формування <i>Тип усталених форм:</i> абстрактна
	<i>Морфологія</i>	Безшовна С-подібна подвійна кривизна
	<i>Простір</i>	Деформована рефлексивна топографія
	<i>Матеріал</i>	Подвоєна сталева дзеркальна поверхня
	<i>Перцепція</i>	Перцептивна дестабілізація координат
	«Небесне дзеркало (для Хендріка)» (Sky Mirror)	<i>Технології:</i> холодне листове формування <i>Тип усталених форм:</i> абстрактна
	<i>Морфологія</i>	Витягнутий прямокутник, мінімалістичність
	<i>Простір</i>	Динамічна нахилена осьова композиція
	<i>Матеріал</i>	Дзеркало з нержавіючої сталі маскує об'єкт
	<i>Перцепція</i>	Метафора порталу в нескінченність
	«Куби» (Cubes) Luc De Man	<i>Топології новітніх форм:</i> модульна система
	<i>Морфологія</i>	Геометрична чистота; кубічна деконструкція
	<i>Простір</i>	Групи кубів є акцентними точками в просторі
	<i>Матеріал</i>	М'які відблиски сатинованої сталі
	<i>Перцепція</i>	Куб як символ людської діяльності
	Кортенові скульптури Герберта Мелера	<i>Топології новітніх форм:</i> модульна система
	<i>Морфологія</i>	Ламельна біонічна квіткова структура
	<i>Простір</i>	Акценти паркового просторового ритму
	<i>Матеріал</i>	Тіньовий малюнок кортенових ламелей
	<i>Перцепція</i>	Енергетично насичена біонічна форма
	«Пам'ятник Серда» (Monumento a Cerdà)	<i>Типи усталених форм:</i> антропоморфна
	<i>Морфологія</i>	Динамічна антропоморфна форма кроку і жесту
	<i>Простір</i>	Спиральна база урбаністичної логіки Ешампле
	<i>Матеріал</i>	Світлорефлексивна мережа сталевих елементів
	<i>Перцепція</i>	Фрагментований енергійний образ інженера
	«Міральсель» (Miralcel)	<i>Типи усталених форм:</i> антропоморфна
	<i>Морфологія</i>	Напівпрозорий стрічковий об'єм
	<i>Простір</i>	Лінійний ритм структури; спрямований погляд
	<i>Матеріал</i>	Світлотінна пластика нержавіючої сталі
	<i>Перцепція</i>	Силкові лінії зосередженої та відкритої фігури
	«Захоплення» (Grip)	<i>Типи усталених форм:</i> антропоморфна
	<i>Морфологія</i>	Стовпоподібний силует людської фігури
	<i>Простір</i>	Антропоморфні маркери морського узбережжя
	<i>Матеріал</i>	Корозійна патина литого заліза; старіє з місцем
	<i>Перцепція</i>	Антропоморфні медіатори споглядання

	«Ялина» (<i>Abete</i>)	<i>Тип усталених форм:</i> фітоморфна
	<i>Морфологія</i>	Вертикальний силует дерева
	<i>Простір</i>	Вертикальна домінанта площі Веккьо
	<i>Матеріал</i>	Нержавіюча сталь і бронзова спіраль, прозорість
	<i>Перцепція</i>	Дерево як архетип життя
	«Я живий» (<i>I'm Alive</i>)	<i>Тип усталених форм:</i> зооморфна
	<i>Морфологія</i>	Плавно закручена безперервна оболонка
	<i>Простір</i>	Органічний вектор просторового руху
	<i>Матеріал</i>	Дзеркальна сталь безперервного руху у просторі
	<i>Перцепція</i>	Образ рухомої живої енергії
	«Великий вибух» (<i>Bing Bang</i>)	<i>Тип усталених форм:</i> кінетична звукова
	<i>Морфологія</i>	Сферична пруткова фрагментована форма
	<i>Простір</i>	Кінетична трансформація підвісної сфери
	<i>Матеріал</i>	Корозійна кортенова структура
	<i>Перцепція</i>	Акустика первинного космічного хаосу
	«Брижі» (<i>Ripples</i>)	<i>Тип усталених форм:</i> кінетична вітрова
	<i>Морфологія</i>	Інтерференційний силует вітрових лопатей
	<i>Простір</i>	Вертикальний маркер садового простору
	<i>Матеріал</i>	Оптична кінетика шліфованої сталі
	<i>Перцепція</i>	Метафора води й світла; пластика вітру
	Серія «Стелс» (<i>Stealth</i>)	<i>Тип усталених форм:</i> кінетична вітрова
	<i>Морфологія</i>	Кінетична модульна решітка площини
	<i>Простір</i>	Послідовна передача кінетичного руху
	<i>Матеріал</i>	Світлова рефлексія модульних панелей
	<i>Перцепція</i>	Діалог порядку й випадковості; математика руху
	Садово-паркові скульптури-фонтани GANR	<i>Тип усталених форм:</i> кінетична гідропластична
	<i>Морфологія</i>	Зварні геометричні тіла розломів
	<i>Простір</i>	Фронтальні акценти паркової композиції
	<i>Матеріал</i>	Водна пластика поліметалевих фактур
	<i>Перцепція</i>	Пульсація внутрішньої енергії металу
	«Анемона магніфіка» (<i>Anemone Magnifica</i>)	<i>Тип усталених форм:</i> кінетична кінематична
	<i>Морфологія</i>	Дволопатева «корона» з пелюсток на стовбурі
	<i>Простір</i>	Вертикальна домінанта простору
	<i>Матеріал</i>	М'які відблиски металу під час руху
	<i>Перцепція</i>	Кінетичний жест і метафора живої істоти



	«Зевс» (Zeus)	<i>Тип усталених форм:</i> кінетична кінематична
	<i>Морфологія</i>	Відкрита кінематична анатомія механічного коня
	<i>Простір</i>	Плаваюча драматургія, домінанта простору
	<i>Матеріал</i>	Гібридна алюмінієва кінематична конструкція
	<i>Перцепція</i>	Межа живого й штучного; міф техніки й руху

Таблиця 2. Формально-естетичні засоби дизайну металевих скульптур-інсталяцій: морфологія; просторово-композиційна організація; матеріал, світло, колір; перцептивно-образні аспекти.

	«Квантова хмара» (Quantum Cloud)	<i>Технології:</i> параметричний дизайн <i>Топології новітніх форм:</i> решітчасті
	<i>Морфологія</i>	Фрактально-решітчаста металева структура
	<i>Простір</i>	Поле стрижнів навколо фігури
	<i>Матеріал</i>	Металева ґратка з оптичною прозорістю
	<i>Перцепція</i>	Присутність людини в енергетичному полі
	NAWA	<i>Технології:</i> параметричний дизайн
	<i>Морфологія</i>	Біонічна геометрія аркових ребер
	<i>Простір</i>	Арковий ритм організує маршрут
	<i>Матеріал</i>	Дзеркально полірована сталева поверхня
	<i>Перцепція</i>	Враження руху крізь біоморфну оболонку
	«Тигр і черепаха – Чарівна гора» (Tiger & Turtle)	<i>Технології:</i> параметричний дизайн
	<i>Морфологія</i>	Трасова лінія з криволінійною геометрією
	<i>Простір</i>	Маршрут як головна форма руху по сходах-трасі
	<i>Матеріал</i>	Нічне точкове освітлення підкреслює контур
	<i>Перцепція</i>	Повільний тілесний рух, роздуми про регіон
	«Перетворення» (Umschreibung)	<i>Технології:</i> параметричний дизайн
	<i>Морфологія</i>	Подвійна самозамкнена спіраль сходів
	<i>Простір</i>	Атріум із замкненою сходовою петлею
	<i>Матеріал</i>	Регулярна сталева сходова структура
	<i>Перцепція</i>	Парадокс безцільного сходового руху
	«Китовий прохід» (The Whale Pass)	<i>Технології:</i> адитивне виробництво
	<i>Морфологія</i>	Три китоподібні пластичні об'єми
	<i>Простір</i>	Діагональна ландшафтна композиція
	<i>Матеріал</i>	Рельєфна шарувата металева поверхня
	<i>Перцепція</i>	Екологічна метафора кита як образу гармонії

	«Доліум» (<i>Dolium</i>)	<i>Технології</i> : адитивне виробництво
	<i>Морфологія</i>	Відкритий реберний параметричний каркас
	<i>Простір</i>	Скульптурна брама як простір зустрічей
	<i>Матеріал</i>	Світлотінна складна сітка металевого каркаса
	<i>Перцепція</i>	Археологічна метафора соціальної взаємодії
	«Підземне дерево» (<i>The Underground Tree</i>)	<i>Технології</i> : адитивне виробництво
	<i>Морфологія</i>	Органічна параметрична коренева система
	<i>Простір</i>	Соціально-меморіальний вузол простору
	<i>Матеріал</i>	Контраст органічної металевої форми та зелені
	<i>Перцепція</i>	Метафора зв'язку людини та природи
	«Дрейфуючий айсберг» (<i>Drifting Iceberg</i>)	<i>Технології</i> : холодне листове формування
	<i>Морфологія</i>	Деформована багатогранна оболонка
	<i>Простір</i>	Дрейфуючий «льодовий» масив у ландшафті
	<i>Матеріал</i>	Мінлива рефлексивна металева поверхня
	<i>Перцепція</i>	Крихіткість образу кліматичних змін
	«Читання між рядків» (<i>Reading Between...</i>)	<i>Топології новітніх форм</i> : решітчаста
	<i>Морфологія</i>	Лінійний контур з горизонтальних пластин
	<i>Простір</i>	Розчинення архітектурної форми в пейзажі
	<i>Матеріал</i>	Світлопроникна металева структура
	<i>Перцепція</i>	Перцептивна деконструкція сакральної форми
	«Базиліка в Сіпонті» (<i>Basilica di Siponto</i>)	<i>Топології новітніх форм</i> : сітчаста
	<i>Морфологія</i>	Мереживна інтерпретація архітектури базилики
	<i>Простір</i>	Сітчаста реконструкція історичної архітектури
	<i>Матеріал</i>	Світлопроникна оцинкована сітчаста форма
	<i>Перцепція</i>	Поетична реконструкція пам'яті місця
	«Опера» (<i>Opera</i>)	<i>Топології новітніх форм</i> : сітчаста
	<i>Морфологія</i>	Сітчастий архетип класичної колонади
	<i>Простір</i>	Відкрита колонада морського горизонту
	<i>Матеріал</i>	Градентна прозора металева сітка
	<i>Перцепція</i>	Поетика споглядання ландшафту, медитація
	«Сімбіози» (<i>Symbiosis</i>)	<i>Топології новітніх форм</i> : сітчаста
	<i>Морфологія</i>	Асиметричний кам'яно-сітчастий об'єм
	<i>Простір</i>	Павільйон інтегрований у рельєф
	<i>Матеріал</i>	Контраст фактур каменю та металевої сітки
	<i>Перцепція</i>	Метафора симбіозу архітектури та природи


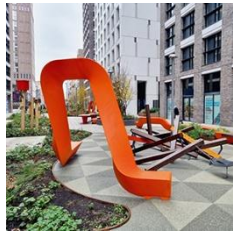



	«Теменос» (Temenos)	<i>Топології новітніх форм:</i> торсійна сітчаста
	<i>Морфологія</i>	Напружена каркасна тросова структура
	<i>Простір</i>	Підвішена арка над річковим простором
	<i>Матеріал</i>	Рефлексивна повітряна сталева оболонка
	<i>Перцепція</i>	Семантика індустріальної межі простору
	«Тейський кит» (The Tay Whale)	<i>Топології новітніх форм:</i> модульна система
	<i>Морфологія</i>	Трубчаста решітчаста оболонка кита
	<i>Простір</i>	Китовий каркас у публічному просторі
	<i>Матеріал</i>	Холодний блиск полірованої сталі
	<i>Перцепція</i>	Метафора руху живої істоти; образ пам'яті
	«Співоче Дзвонове Дерево» (Singing Ringing Tree)	<i>Типи усталених форм:</i> кінетична звукова
	<i>Морфологія</i>	Пластика нахиленого трубчастого дерева
	<i>Простір</i>	Вертикальний акцент пагорбу
	<i>Матеріал</i>	Холодний блиск сталевих труб
	<i>Перцепція</i>	Вітровий хор постіндустріального відродження
	«Еол» (Aeolus)	<i>Типи усталених форм:</i> кінетична звукова
	<i>Морфологія</i>	Сферична музична арка-павільйон
	<i>Простір</i>	Просторове обрамлення горизонту
	<i>Матеріал</i>	Трубчаста сталева технічна конструкція
	<i>Перцепція</i>	Вітровий звуковий перформанс простору
	«Рій» (Swarm)	<i>Типи усталених форм:</i> кінетична звукова
	<i>Морфологія</i>	Сталева монолітна призматична форма
	<i>Простір</i>	Пороговий акустичний просторовий акцент
	<i>Матеріал</i>	Вібруюча сталева акустична поверхня
	<i>Перцепція</i>	Тілесне співпереживання звукової напруги
	«Орган припливу» (High Tide Organ)	<i>Типи усталених форм:</i> кінетична звукова
	<i>Морфологія</i>	Органна вежа з гідравлічною водяною системою
	<i>Простір</i>	Морський орган на набережній міста
	<i>Матеріал</i>	Водяно-повітряна акустика металу
	<i>Перцепція</i>	Тілесне співпереживання звукової напруги
	«Точки зору» (Points of view)	<i>Типи усталених форм:</i> зооморфні
	<i>Морфологія</i>	Багатошарові спіральні колонні форми
	<i>Простір</i>	Трикутна композиція трьох колон
	<i>Матеріал</i>	Текуча пластика бронзового об'єму
	<i>Перцепція</i>	Множинність людської природи
	«Замерзла хвиля» (Frozen Waves)	<i>Типи усталених форм:</i> зооморфні

	<i>Морфологія</i>	Мушлеподібна криволінійна топологія
	<i>Простір</i>	Гігантські фрагменти у просторі площі
	<i>Матеріал</i>	Дзеркально-матова сталева поверхня
	<i>Перцепція</i>	Метафора «замерзлої» морської хвилі
	«Нескінченне накопичення» (<i>Infinite Accumulation</i>)	<i>Типи усталених форм:</i> зооморфні
	<i>Морфологія</i>	Мережа сфер органічної структури
	<i>Простір</i>	Портальний ритм міського простору
	<i>Матеріал</i>	Мерехтлива графіка дзеркальних сталевих сфер
	<i>Перцепція</i>	Ефект паріння органічної мережі; глядач у відбиттях

Таблиця 3. Формально-естетичні засоби дизайну металевих інсталяцій: морфологія; просторово-композиційна організація; матеріал, світло, колір; перцептивно-образні аспекти.

	«Павільйон Serpentine 2013» (<i>Serpentine 2013</i>)	<i>Технології:</i> параметричний дизайн <i>Топології новітніх форм:</i> решітчаста
	<i>Морфологія</i>	Хмароподібна кубічна просторова ґратка
	<i>Простір</i>	Напівпрозорий павільйон – «хмара» над землею
	<i>Матеріал</i>	Біла металева решітка високої прозорості
	«Вулик» (<i>The Hive</i>)	<i>Технології:</i> параметричний дизайн <i>Топології новітніх форм:</i> решітчаста
	<i>Морфологія</i>	Багатошарова гексагональна решітка-купол
	<i>Простір</i>	Внутрішній імерсійний простір
	<i>Матеріал</i>	Алюмінієва решітка з інтегрованим освітленням
	«Розмита будівля» (<i>Blur Building</i>)	<i>Технології:</i> параметричний дизайн
	<i>Морфологія</i>	Тверда форма з атмосферною домінантою
	<i>Простір</i>	Маршрутна композиція до туманної платформи
	<i>Матеріал</i>	Водяна оболонка з металевим каркасом
	«Плісироване надування» (<i>Pleated Inflation</i>)	<i>Технології:</i> субтрактивні технології, параметричний дизайн
	<i>Морфологія</i>	Параметрична складчасто-пориста оболонка
	<i>Простір</i>	Напіввідкрита оболонка громадського простору
	<i>Матеріал</i>	Шарувата текстура тіней; градієнти кольору
	<i>Перцепція</i>	Соціальний простір спільної активності

	«Бруталістичний гобелен» (<i>Brutalist Tapestry</i>)	<i>Технології</i> : субтрактивні технології, параметричний дизайн
	<i>Морфологія</i>	Активована параметрична фасадна поверхня
	<i>Простір</i>	Динамічна медіа-оболонка тунелю
	<i>Матеріал</i>	Кольорова світлотінна атмосфера тунелю
	<i>Перцепція</i>	Візуально-комунікативний міський коридор
	«Водяні кістки» (<i>Water Bones</i>)	<i>Технології</i> : холодне листове формування
	<i>Морфологія</i>	Неранжована молекулярна модульна агрегація
	<i>Простір</i>	Модулі розтікаються фасадними поверхнями
	<i>Матеріал</i>	Мерехтливі світлові рефлекси полірованої сталі
	<i>Перцепція</i>	Біоморфна мембрана міського середовища
	«Плаваючий павільйон Хорватії»	<i>Топології новітніх форм</i> : решітчаста
	<i>Морфологія</i>	Багатошарова пориста гратчаста геометрія
	<i>Простір</i>	Плаваюча оптична просторова інсталяція
	<i>Матеріал</i>	Сталева градієнтна гратчаста оболонка
	<i>Перцепція</i>	Простір змінюється прозорістю металевої маси
	Завіса з нержавіючої сталі, фабрика Swarovski	<i>Топології новітніх форм</i> : сітчаста
	<i>Морфологія</i>	Хвиляста напівпрозора металева драпіровка
	<i>Простір</i>	Просторовий фільтр між містом і фабрикою
	<i>Матеріал</i>	Кристалічний блиск нержавіючої сталі
	<i>Перцепція</i>	Естетизована промислова металева вуаль
	«Хмарний пейзаж» (<i>Cloudscape</i>)	<i>Топології новітніх форм</i> : тонкоскелетна оболонка
	<i>Морфологія</i>	Хвиляста перфорована алюмінієва оболонка
	<i>Простір</i>	М'яка хмарна рамка простору під небом
	<i>Матеріал</i>	Світлотінні візерунки перфорованого алюмінію
	<i>Перцепція</i>	Напівпрозора ефемерна просторова атмосфера
	Завіса ресторану, готель Best Western Baltic	<i>Топології новітніх форм</i> : тонкоскелетна оболонка
	<i>Морфологія</i>	Металева драпірована балдахінна оболонка
	<i>Простір</i>	Напівзакритий простір перед готелем
	<i>Матеріал</i>	Розсіяне світло перфорованих листів
	<i>Перцепція</i>	Фасадна інсталяція надає відчуття приватності
	«Переріз» (<i>Cutting Edge</i>)	<i>Топології новітніх форм</i> : лінійно-стрічкова
	<i>Морфологія</i>	Еліптично-циліндричний змінний профіль
	<i>Простір</i>	Лінійна водна стіна на маршруті в центрі міста
	<i>Матеріал</i>	Дзеркальна нержавіюча сталь із водною плівкою
	<i>Перцепція</i>	Емоційний маршрут міської ідентичності

	«Петля» (<i>The Loop</i>)	<i>Топології новітніх форм:</i> лінійно-стрічкова
	<i>Морфологія</i>	Стрічкоподібна геометрія змінного профілю
	<i>Простір</i>	Петлеподібний стрічковий маршрут парку
	<i>Матеріал</i>	Матова сталь, частково полірована поверхня
	<i>Перцепція</i>	Прогулянкова металева просторова система
	«Олдгейт, кручена стрічка» (<i>Aldgate Twisted Ribbon</i>)	<i>Топології новітніх форм:</i> лінійно-стрічкова
	<i>Морфологія</i>	Трикутна стрічкова функціональна структура
	<i>Простір</i>	Мережа майданчиків з різними активностями
	<i>Матеріал</i>	Насичена помаранчева сталева структура
	<i>Перцепція</i>	Мульти-функціональний інклюзивний простір
	«Ніч — це тінь Землі» (<i>Die Nacht ist der Schatten der Erde</i>)	<i>Топології новітніх форм:</i> модульна система
	<i>Морфологія</i>	Просторова геометрична чітка структура
	<i>Простір</i>	Розсіяне поле ліхтарів у просторі
	<i>Матеріал</i>	Чорна металева поверхня, інтегроване письмо
	<i>Перцепція</i>	Діалог тіні й світла; філософія та поезія
	«Плямисте світло сонця» (<i>The Dappled Light of the Sun</i>)	<i>Топології новітніх форм:</i> модульна система
	<i>Морфологія</i>	Тетраедральна кластерна структура
	<i>Простір</i>	Агрегована параметрична просторова «крона»
	<i>Матеріал</i>	Світлотінна графіка кортенових щілин
	<i>Перцепція</i>	Тілесний досвід тіні від абстрактної геометрії
	«Додано. Значення» (<i>Mehr. WERT. Pavillon</i>)	<i>Топології новітніх форм:</i> модульна систем
	<i>Морфологія</i>	Інженерно зумовлена деревоподібна опора
	<i>Простір</i>	Піднятий куб із відкритим підпростором
	<i>Матеріал</i>	Каркас із повторно використаної сталі
	<i>Перцепція</i>	Образ зміни парадигми у використанні ресурсів
	«Золотий Метелик» (<i>Papillon d'Or</i>)	<i>Типи усталених форм:</i> зооморфна
	<i>Морфологія</i>	Алгоритмічна оболонка силуету метелика
	<i>Простір</i>	Павільйонна оболонка дворової порожнини
	<i>Матеріал</i>	Золота алюмінієва поверхня, світлові проріи
	<i>Перцепція</i>	Легкотіла метафора ефемерної свободи
	«Труби Кунст-гофпасаж» (<i>Kunsthofpassage...</i>)	<i>Типи усталених форм:</i> кінетична звукова
	<i>Морфологія</i>	Фасадна система труб і воронок
	<i>Простір</i>	Водяна акустика щільного двору
	<i>Матеріал</i>	Водостік як акустична інсталяція
	<i>Перцепція</i>	Поетика радості дощу як дворового перформансу

Таблиця 4. Сучасні технології, що впливають на дизайн об'єктів просторової металевої пластики.

Цифрове параметричне моделювання

Генеративний дизайн
Структурна оптимізація
Алгоритмічний дизайн
Інформаційне моделювання будівель (BIM)
Середовищне моделювання
Адаптивна геометрія
Інтеграція CAD/CAM

Адитивне виробництво

Адитивне виготовлення модельних зразків для ливарного виробництва
Адитивне виробництво металевих артоб'єктів через прямий друк металом

Субтрактивні технології

Лазерне різання металу
ЧПК-фрезерування

Холодне листове формування

Локальне радіусне холодне гнуття та вальцювання
Радіусне вальцювання великих листів у кільцеві, або циліндричні секції тонколистих заготовок
Лінійне гнуття на листозгинальному пресі по розгортках тривимірної моделі
Вільне холодне формування – розтяг-стиск листа

Таблиця 5. Новітні форми металевої пластики XXI століття.

Топології великої обчислювальної складності

Решітчасті структури

Нерегулярні хаотичні решітки

Радіальні решітки

Ортогональні решітки

Розширені решітки

Сітчасті структури

Тонкоскелетні оболонки

Лінійно-стрічкові структури

Лінійно-екранні бар'єри

Пішохідні контури-петлі

Спіральні структури

Торсійні структури

Органічна торсійна форма

Модульні структури

Регулярні модульні агрегації

Кубічні та рамні агрегати

Ламельні та «ребристі» оболонки

Рої та поля елементів

Таблиця 6. Усталені форми металевої пластики ХХІ століття.

Антропоморфні скульптури
Біоморфні скульптури Пластична біоморфна абстракція Клітинні форми Фітоморфна морфологія Організмична морфологія
Звукові скульптури та інсталяції Вітрові звукові інсталяції Механічно керовані звукові інсталяції Ударно-перкусійні кінетичні скульптури Пасивні водні звукові інсталяції
Кінетичні та рухомі об'єкти Вітрові скульптури Гідропластичні скульптури Механічно керовані скульптури

Таблиця до розділу 3.

Таблиця 7. Принципи естетики об'єктів просторової металевої пластики Європи 2000-2020-х років.

Концептуально-морфологічні принципи Принцип морфологічної гібридності Принцип багаторівневої біоміметики Принцип семантичної відкритості
Просторово-перцептивні принципи Принцип перцептивної маршрутизації Принцип багат шарової прозорості Принцип динамічної рівноваги
Матеріально-технологічні принципи Принцип «виразної технологічності» Принцип параметричної раціональності Принцип матеріального контрасту й контрольованого старіння
Соціально-комунікативні принципи Принцип інтерактивної естетики Принцип міського наративу й локальної медіації Принцип екологічної й енергетичної чутливості

Додаток Б

2.1. Скульптури



а



б



в

Іл. Б.2.2.1. Монументальна фігуративна скульптура-монумент «Келпі» (*The Kelpies*), Фолкерк – Гранджемут (а-в). Енді Скотт, 2013 р.



а



б

Іл. Б.2.2.2. Група скульптур «Хмари Вестпарку» (*Westpark-Clouds*), Мюнхен (а-б). Фабіан Гесс, Мітра Ваکیل, 2017 р.



Іл. Б.2.2.3. Фігуративна скульптура для громадського простору «Зелена людина» (*The Green Man*), Дептфорд, Лондон. Компанія London Bronze Casting, 2019 р.

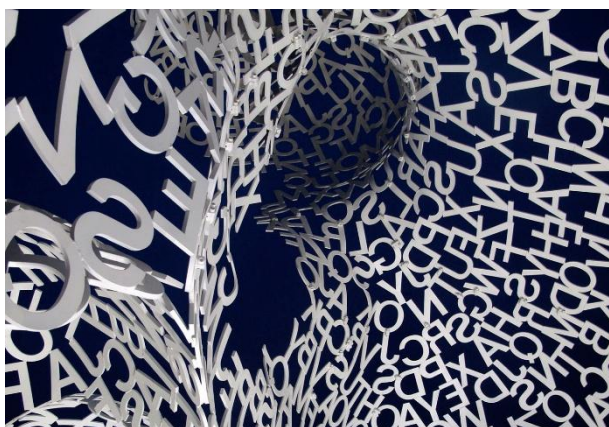


а



б

Іл. Б.2.2.4. Скульптура-колона вежа «Тресс» (*The Tresse tower*), MX3D. Ейгальєр, Франція, 2021 р. (а-б).



а



б

Іл. Б.2.2.5. Антропоморфні скульптури Жауме Пленси. «Оповідувач VI» (*Tale Teller VI*) (б), «Тиха музика II» (*Silent Music II*) (в); «Кочівник» (*Nomade*), Антіби, Франція (в-г) 2007 р.



Іл. Б.2.2.6. Садово-паркова скульптура-оболонка «Тор» (*Torus*). Девід Хербер.



а



б

Іл. Б.2.2.7. Монументальна дзеркальна скульптура-перегородка «С-подібна крива» (*C-Curve*), 2007 р. (а-б). Аніш Капур.



а



б

Іл. Б.2.2.8. Скульптура «Небесне дзеркало (для Хендріка)» (*Sky Mirror (for Hendrik)*), Тільбург (а-б). Аніш Капур, 2017 рік.



а



б

Іл. Б.2.2.9. Публічна скульптура-фонтан «Водна скульптура» (Water Sculpture), Люблян, Словенія (а-б). Мойца Коцбек, Прімож Боршич, 2005 р.



Іл. Б.2.2.10. Серія скульптур «Куби #90» (*Cubes #90*), 2018 рік. Бельгія, Люк Де Ман.



а



б



в

Іл. Б.2.2.11. Публічні паркові скульптури Герберта Мелера (а-в), 2005 рік.



а



б

Іл. Б.2.2.12. Антропоморфні скульптури Жорді Діеса Фернадеса. Монументальна публічна просторово-пластична скульптура Ідельфонсу Серда (*Monumento a Idefons Cerdà*), 2010 рік (а), монументальна фігуративна скульптура «Міралсель» (*Miralcel*), 2020 рік (б).



а



б

Іл. Б.2.2.13. Антропоморфні скульптурні інсталяції Ентоні Гормлі. Серія «Земля» (*Land*), 2014 рік: «Захоплення» (*Grip*) (а), «Увага» (*Heed*) (б).



а

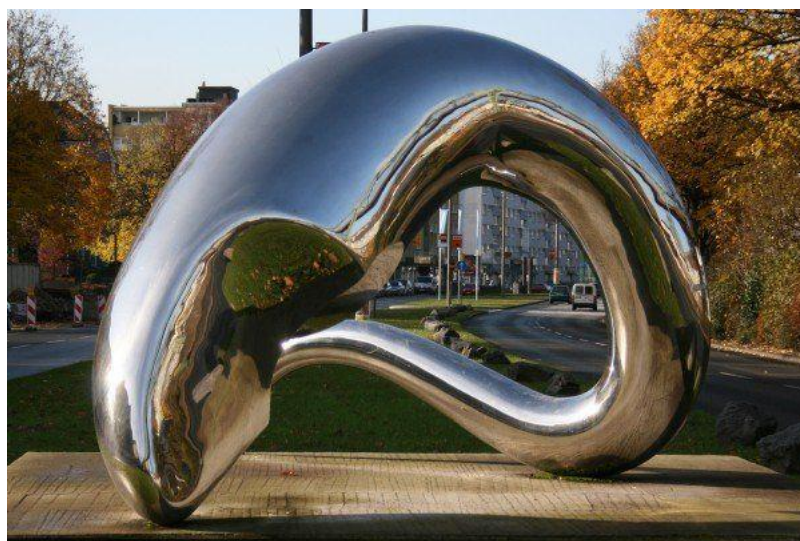


б

Іл. Б.2.2.14. Фітоморфна скульптура «Ялина» (*Abete*), Флоренція (а-б). Джузеппе Пеноне, 2021 рік.



а

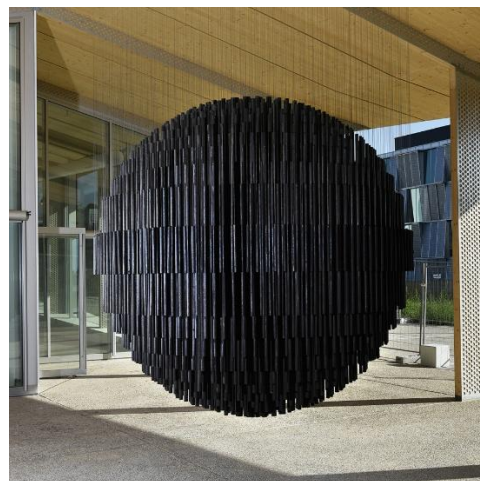


б

Іл. Б.2.2.15. Монументальна абстрактна скульптура «Я живий» (*I'm Alive*), Вушперталь (а-б). Тоні Крегг, 2007 рік.



а



б

Іл. Б.2.2.16. Кінетична звукова скульптура «Великий вибух» (*Bing Bang*) (а-б). Етьєн Кренебюль, 2000-2010 роки.



а



б

Іл. Б.2.2.17. Кінетична вітрова скульптура «Брижі» (*Ripples*) (а-б). Вілл Карр, 2000-ні роки.

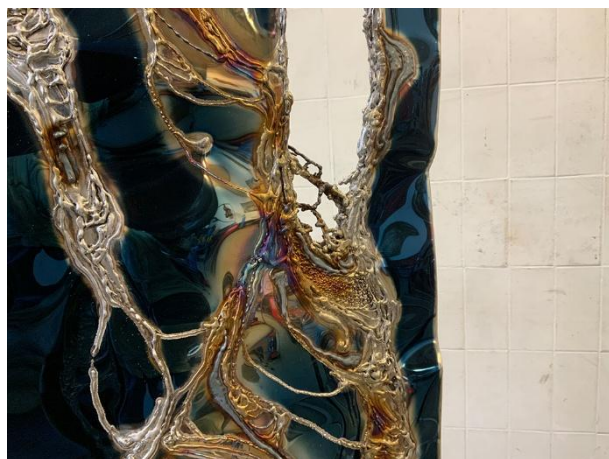


а



б

Іл. Б.2.2.18. Кінетична вітрова скульптура «Стелс» (*Stealth*) (а-б). Айвен Блек.



а



б

Іл. Б.2.2.19. Садово-паркові скульптури-фонтани студії GANR, Німеччина (а-б).



а



б

Іл. Б.2.2.20. Кінематична біоміметична скульптура «Анемона магніфіка» (Anemone Magnifica) (а-б). Волкерт ван дер Вік.



а



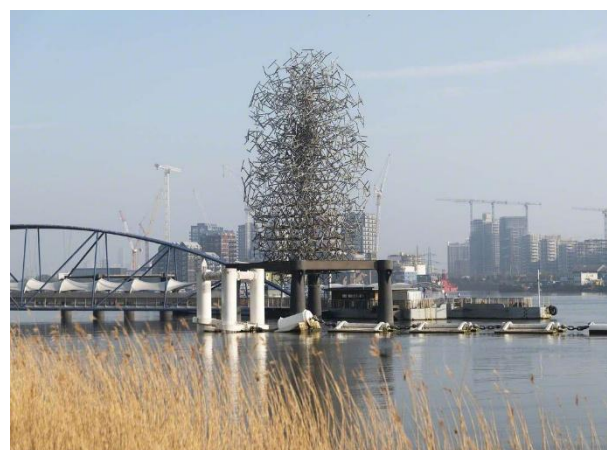
б

Іл. Б.2.2.21. Кінематична скульптура-механізм «Зевс» (Zeus), Нант-Париж (а-б). Atelier blam, 2024 рік.

2.2. Скульптури-інсталяції



а



б

Іл. Б.2.3.1. Монументальна публічна скульптура-інсталяція «Квантова хмара» (*Quantum cloud*), Гринвіч, Велика Британія (а-б). Ентоні Гормлі, 2000 р.



а



б

Іл. Б.2.3.2. Архітектурна публічна скульптура-інсталяція *NAWA*, Вроцлав, Польща (а-б). Оскар Зьонта, 2016 р.



а

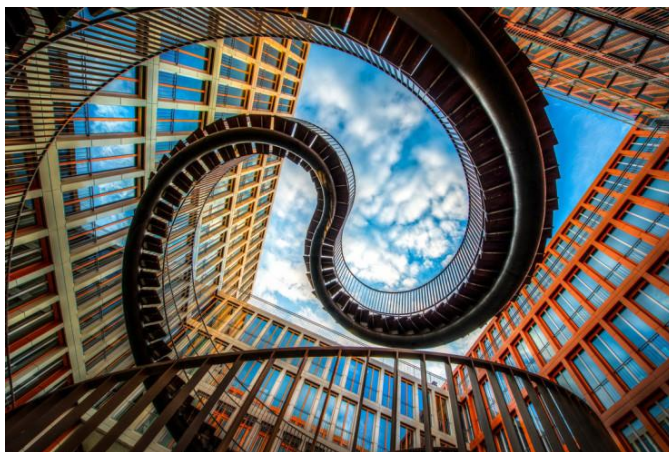


б

Іл. Б.2.3.3. Монументальна абстрактна ленд-арт скульптура-інсталяція «Тигр і черепаха – Чарівна гора» (*Tiger & Turtle – Magic Mountain*), Дуйсбург, Німечина (а-б). Гайке Муттер та Ульріх Гент, 2011 р.



а

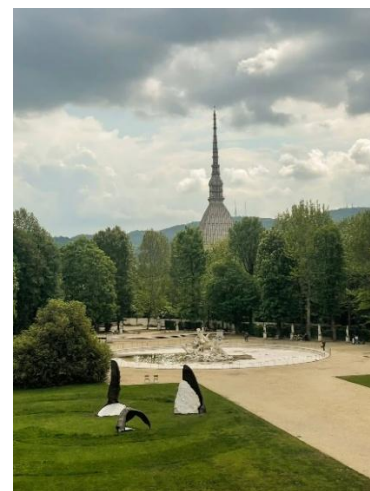


б

Іл. Б.2.3.4. Об'ємно-просторова скульптура-інсталяція «Перетворення» (*Umschreibung*), Мюнхен (а-б). Олафур Еліассон, 2004 р.



а



б

Іл. Б.2.3.5. Ленд-арт скульптура-інсталяція «Китовий прохід» (*The Whale Pass*), студія С&С і МХ3Д, 2022 р. (а-б).



а



б

Іл. Б.2.3.6. Скульптури-інсталяції компанії МХ3Д. «Доліум» (*Dolium*), Остергут, Нідерланди, 2024 р. (а); «Підземне дерево» (*The Underground Tree*), Амстердам, 2024 р. (б).



а



б

Іл. Б.2.3.7. Публічна скульптура-інсталяція на воді «Дрейфуючий айсберг» (*Drifting Iceberg*), Венеція (а-б). Гелідон Хішжа, 2020 р.

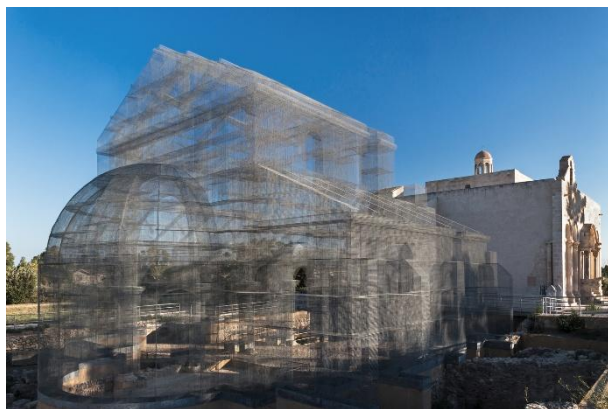


а



б

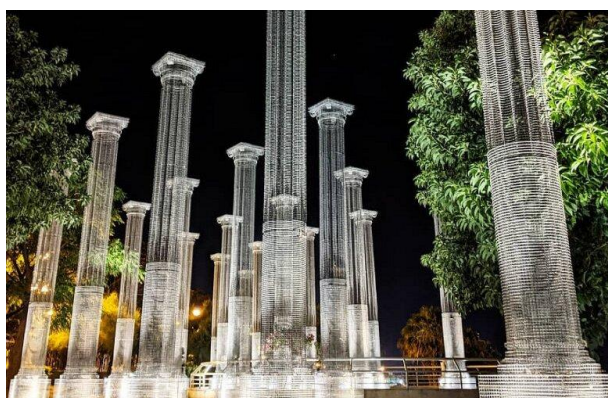
Іл. Б.2.3.8. Ландшафтна скульптура-інсталяція «Читання між рядків» (*Reading Between the Lines*), Хаспенгау, Бельгія (а-б). Гійс ван Варенберг, 2011 р.



а



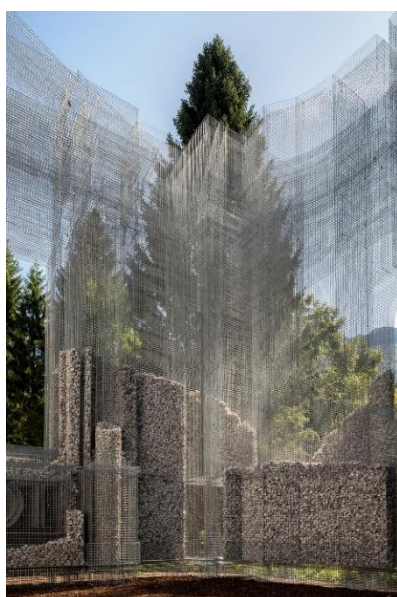
б



в



г



д



е

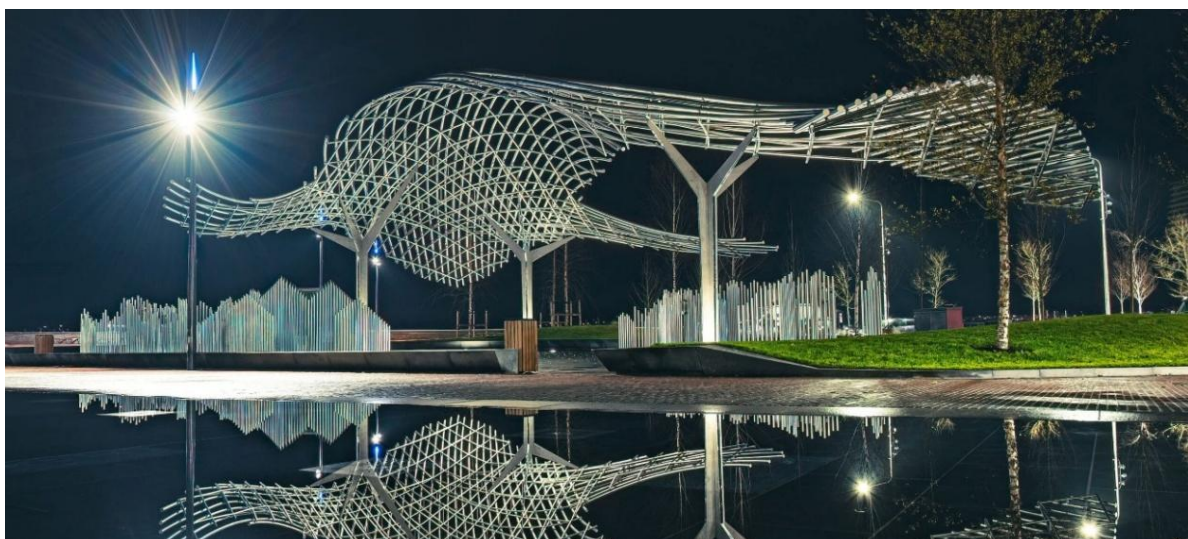


є

Іл. Б.2.3.9. Скульптури-інсталяції Едоардо Тресольді в Італії. Базиліка в Сіпонто (*Siponto Basilica*), 2016 р. (а-б); «Опера» (*Opera*), Реджо-ді-Калабрія, 2020 р. (в-г); «Сімбіози» (*Simbiozi*), Arte Sella, 2019 р. (д-є).



Іл. Б.2.3.10. Скульптура-інсталяція «Теменос» (*Temenos*), Мідлсбро. Аніш Капур і Сесіл Бальмонд, 2010 р.



а



б

Іл. Б.2.3.11. Скульптура-інсталяція «Тейський Кит» (*The Tay Whale*), Лондон (а-б). Лі Сіммонс, 2021 рік.



а



б

Іл. Б.2.3.12. Кінетична вітрова звукова скульптура-інсталяція. «Співоче Дзвонове Дерево» (*Singing Ringing Tree*) (а-б). Майк Тонкін, Анна Ліу, 2007 рік.



а



б

Іл. Б.2.3.13. Акустичної вітрова скульптура-інсталяція «Еол» (*Aeolus*) (а-б). Люк Джеррам, 20011 рік.



а



б

Іл. Б.2.3.14. Звукова скульптура-інсталяція «Рій» (*Swarm*), Трентіно (а-б). Тімо Кален, 2008 рік.



а



б

Іл. Б.2.3.15. Публічна музична скульптура-інсталяція-орган «Орган припливу» (*High Tide Organ*), Блекпул (а-б). Ліам Кертін, 2002 рік.



а



б

Іл. Б.2.3.16. Біоморфні скульптури: пластична біоморфна абстракція. «Точки зору» (*Points of view*) (а-б). Ентоні Крегг, 2020 рік.



а



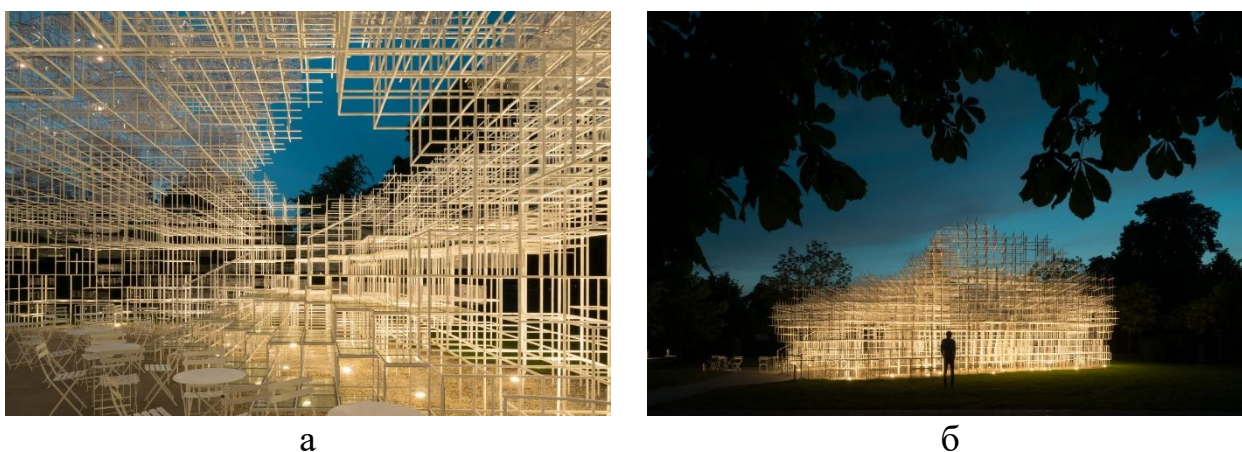
б

Іл. Б.2.3.17. Біоморфні скульптури-інсталяції «Замерзла хвиля» (*Frozen Waves*) (а-б). Марк Куїнн, 2015 рік.

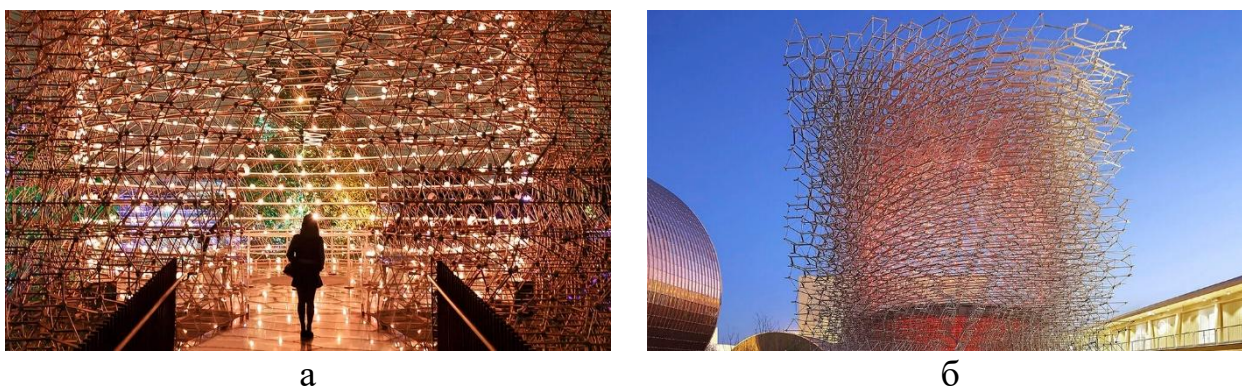


Іл. Б.2.3.18. Біоморфні скульптура-інсталяція «Нескінченне Накопичення» (*Infinite Accumulation*), Лондон (а-в). Яйой Кусама, 2024 рік.

2.3. Інсталяції



Іл. Б.2.4.1. Об'ємно-просторова інсталяція-павільйон «Серпентайн» (*Serpentine Pavilion*), Лондон (а-б). Соу Фуджимото, 2013 р.



Іл. Б.2.4.2. Інсталяція-павільйон «Вулик» (*The Hive*), Лондон (а-б). Вольфганг Баттресс, 2015 р.



а



б



в

Іл. Б.2.4.3. Інсталяція-павільйон «Розмита будівля» (*Blur Building*), озеро Невшатель, Швейцарія (а-в). Діллер Солфідіо та Ренфро, 2002 р.

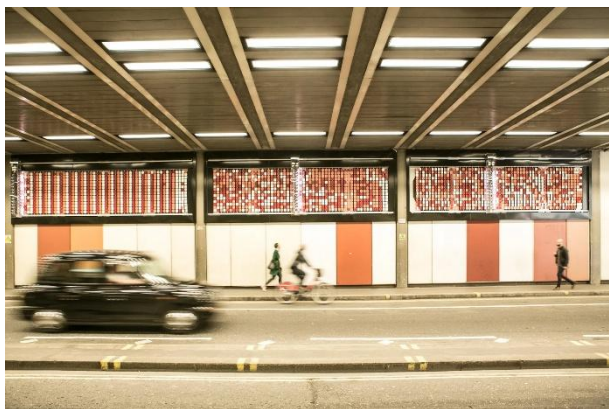


а



б

Іл. Б.2.4.4. Інсталяція-павільйон «Плісіроване надування» (*Pleated Inflation*), Аржель-сюр-Мер, Франція, 2015 р. (а-б).



а



б

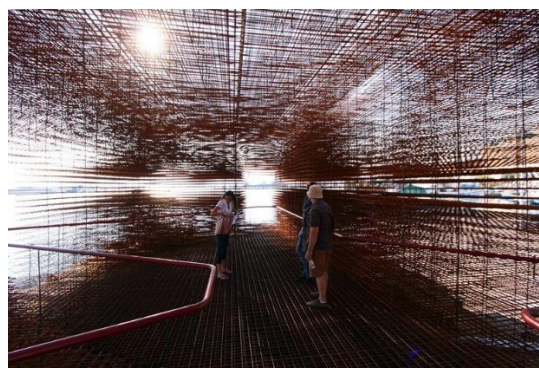
Іл. Б.2.4.5. Кінетична медіа-інсталяція-фасад «Бруталістичний гобелен» (*Brutalist Tapestry*), Лондон (а-б). Jason Bruges Studio, 2018 р.



Іл. Б.2.4.6. Просторова інсталяції «Водяні кістки» (*Waterbones*). Лоріс Чеккіні, 2010-ті роки.



а

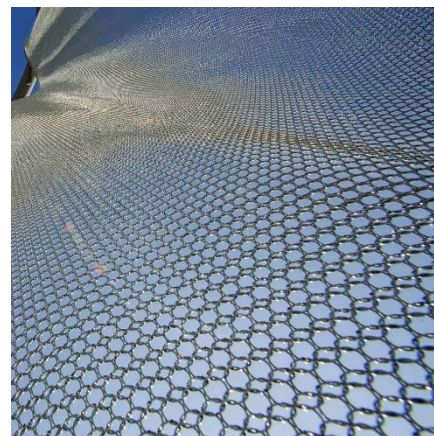


б

Іл. Б.2.4.7. Інсталяція «Плавучий павільйон Хорватії» (*Padiglione galleggiante della Croazia*), Венеційська бієнале 2010 (а-б).



а



б

Іл. Б.2.4.8. Фасадна інсталяція-оболонка, фабрика Swarovski, Ваттерс, Австрія. Regina Dahmen-Ingenhoven, 2007 р.



а



б

Іл. Б.2.4.9. Інсталяція-навіс «Хмарний пейзаж» (*Cloudscape*), Монпельє, Франція (а-б). ФАКТ, 2015 р.



а

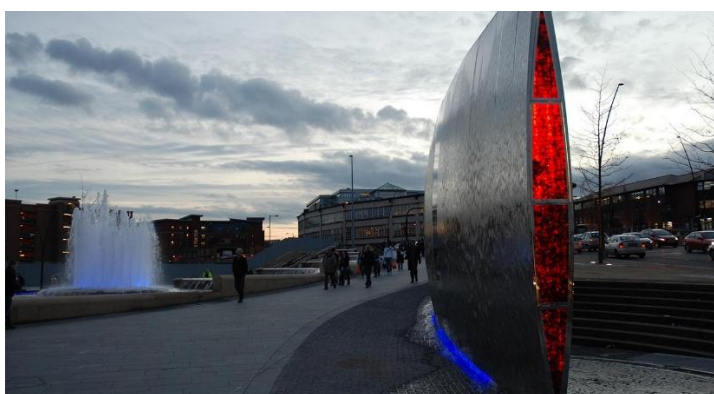


б

Іл. Б.2.4.10. Інсталяція-оболонка ресторану, готель Best Western Baltic, Сундвалль, Швеція (а-б). The Common Office, 2015 р.



а



б



в

Іл. Б.2.4.11. Інсталяція-водограй «Переріз» (*Cutting Edge*), Шеффілд, Велка Британія (а-в). Si Applied Ltd, 2000 р.

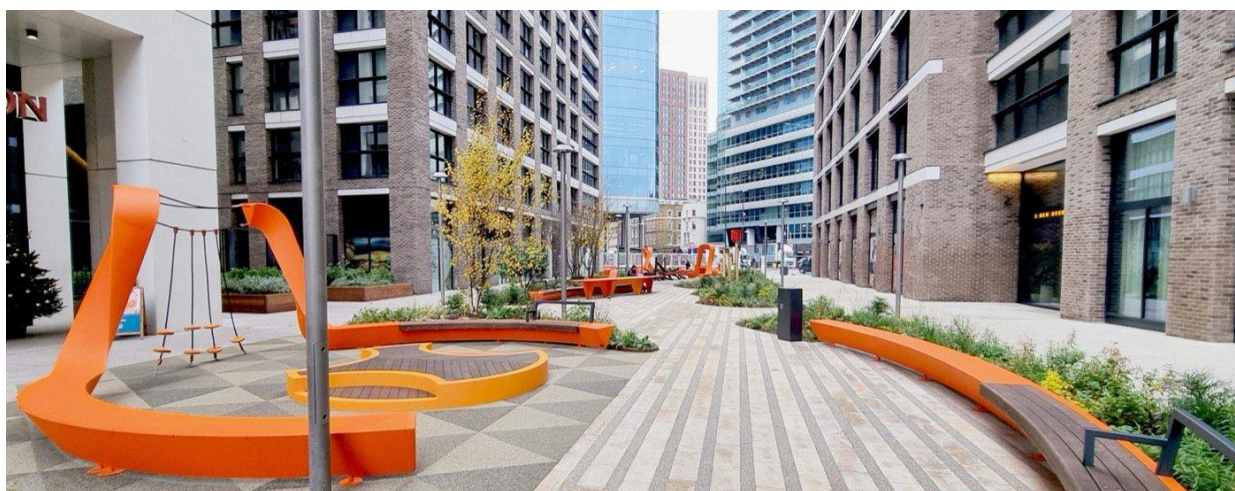


а



б

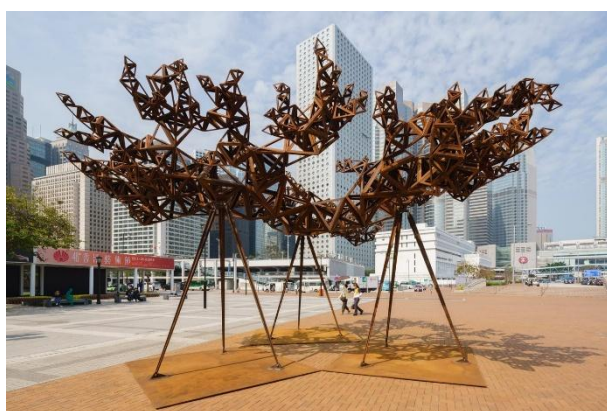
Іл. Б.2.4.12. Публічна архітектурно-ландшафтна інсталяція «Петля» (*The Loop*), Копенгаген (а-б). Holscher Nordberg, 2016 р.



Іл. Б.2.4.13. Публічна багатофункційна ландшафтно-ігрова інсталяція «Олдгейт, кручена стрічка» (*Aldgate Twisted Ribbon*), Лондон. Carve, Townshend Landscape Architects, 2016 р.



Іл. Б.2.4.14. Інсталяція «Ніч — це тінь Землі» (*Die Nacht ist der Schatten der Erde*), Бад-Рагарц, Швейцарія. Віра Рем, 2021 р.



а



б

Іл. Б.2.4.15. Інсталяція «Плямисте світло сонця» (*The Dappled Light of the Sun*), Лондон (а-б). Конрад Шокрос, 2015 рік.



а

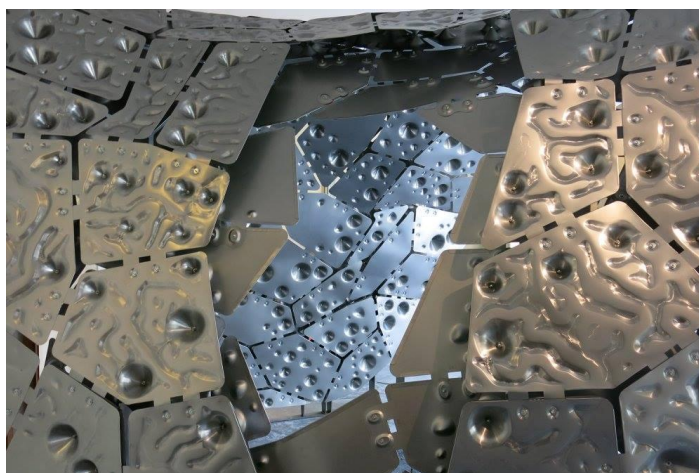


б

Іл. Б.2.4.16. Павільйон-інсталяція «Додано. Значення» (*Mehr.WERT.Pavillon*), Карлсруе, Німеччина (а-б). КІТ, 2019 рік.



а



б

Іл. Б.2.4.17. Експериментальна просторова інсталяція «Навантажена оболонка» (*Stressed Skin*), Копенгаген (а-б). Royal Danish Academy, 2015 рік.

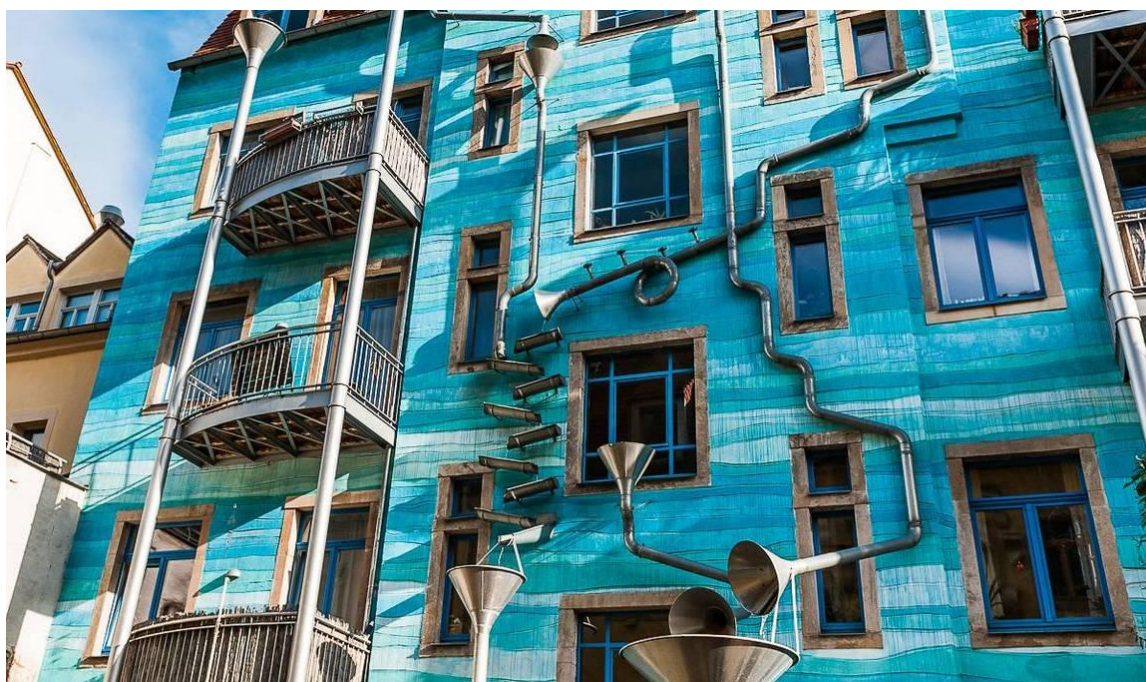


а



б

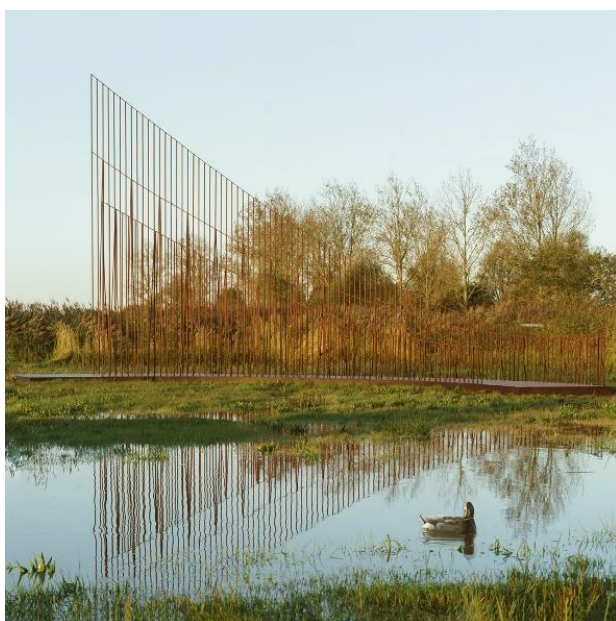
Іл. Б.2.4.18. Параметрична просторово-світлова інсталяція «Золотий Метелик» (*Papillon d'Or*), Монпельє (а-б). Крістіна Нан, Дірсе Медина Пататучі, Карлос Бауса Мартінес, 2019 рік.



Іл. Б.2.3.19. Пасивна водна звукова інженерна інсталяція «Співаючі водостічні труби Кунстгофпасаж» (*Kunsthofpassage Singing Drainpipes*), Дрезден. Аннет Поль, 2002 рік.

Розділ 3.

3.1. Концептуально-морфологічні принципи естетики



а

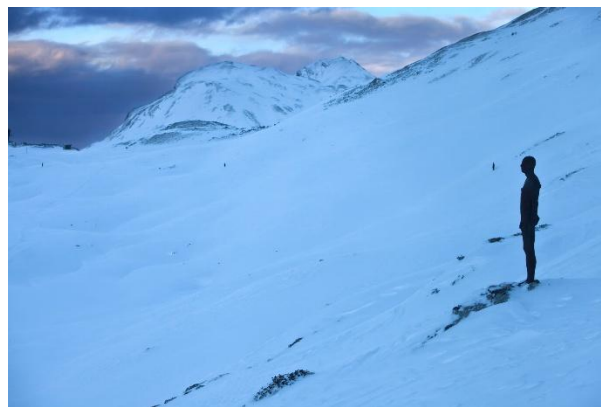


б

Іл. Б.3.1.1. Інсталяція «Залізний риф» (*Iron Reef*), Норфолк (а-б). Крістіни Морбі, 2022.



а



б

Іл. Б.3.1.2. Скульптурна інсталяція «Горизонтальне поле» (*Horizon Field*) (а-б). Ентоні Гормлі, 2010 рік.



Іл. Б.3.1.3. Антропоморфна скульптурна інсталяція «Інше місце» (*Another Place*), Ентоні Гормлі, 2005 рік.

3.2. Просторово-перцептивні принципи

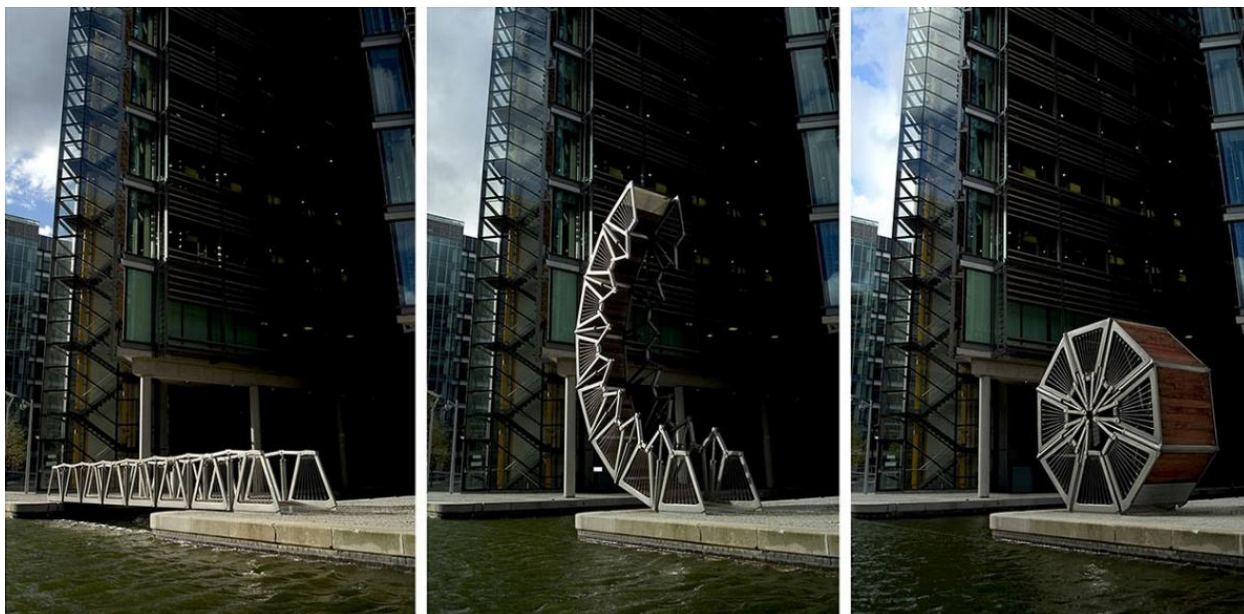


а



б

Іл. Б.3.2.1. Інсталяція «Павільйон Гравітаційного Дзеркала» (*Gravity Mirror Pavilion*), Копенгаген (а-б). Джеммі Хейн, 2021 рік.



а

б

в

Іл. Б.3.2.2. Кінетичний об'єкт «Розвідний міст» (*The Rolling Bridge*), Лондон (а-в). Томас Гезервік, 2004 рік.



а



б

Іл. Б.3.2.3. Інсталяція «Лайми» (*Limes*), Барселона (а-б). Едоардо Трессольді, 2016 рік.

3.3. Матеріально-технологічні принципи



а



б

Іл. Б.3.3.1. Скульптура «Сходи» (Stairs) (а-б). Моніка Сосновська, 2010 рік.



а



б

Іл. Б.3.3.2. Механічно керована скульптура «Голова Франца Кафки» (*Head of Franz Kafka*, 2014), Нант-Париж (а-б). Девід Черні, 2024 рік.

3.4. Соціально-комунікативні принципи



Іл. Б.3.4.1. Інсталяція «Модифіковані соціальні лавки» (*Modified Social Benches*), Венеція. Джеппі Хейн, 2000-2020-ті роки.



Іл. Б.3.4.2. Просторовий меморіальний ансамбль-інсталяція «Меморіал Берлінського муру» (*Berlin Wall Memorial*), 1998.



а



б

Іл. Б.3.4.3. Скульптури «Залізний трон Сходу», Київ – Запоріжжя (а), «Залізний трон», Харків (б).



а

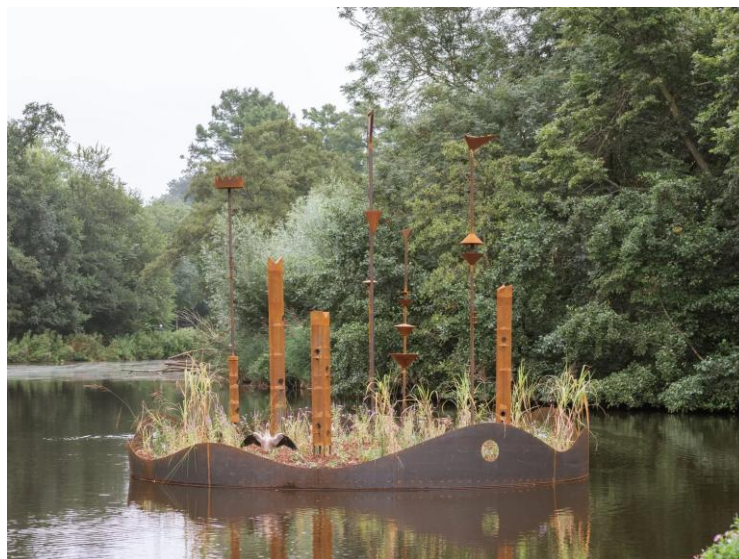


б

Іл. Б.3.4.4. Еколого-освітня інсталяція «Дощ-геть» (*Rain-a-way*), Гдиня (а-б). Studio Boloz, 2020 рік.

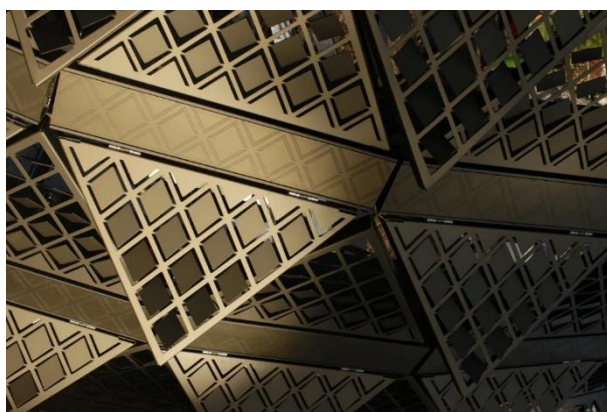


а



б

Іл. Б.3.4.5. Інсталяція «Палац птахів» (*The Birds' Palace*), Амстердам (а-б). Ossidiana, 2021 рік.



а



б

Іл. Б.3.4.6. Кліматично-адаптивна інсталяція-павільйон «Тінь» (*SOMBRA Pavilion*), Венеція (а-б). Van Rossum Raadgevend Ingenieurs, Arup, Kersten Europe, AMOLF, 2025 рік.



а



б

Іл. Б.3.4.7. Металева «Вежа без смогу» (*Smog Free Tower*) (а-б). Даан Русегард, 2015 р.