

ТЕОРІЯ ТА ІСТОРІЯ АРХІТЕКТУРИ

DOI: <https://doi.org/10.32347/2077-3455.2025.72.3-15>

УДК 711.01/.09

Аранчій Дмитро Олександрович,

*аспірант, асистент кафедри інформаційних технологій в архітектурі
Київського національного університету будівництва і архітектури*

aranchii.do@knuba.edu.ua

<https://orcid.org/0009-0005-4661-0474>

АРХІТЕКТУРНІ ЕКОСИСТЕМИ: ВІД ДИСКРЕТНОСТІ ДО СПІЛЬНОСТІ

“Роль архітектора тут, я вважаю, не стільки проєктувати будівлю чи місто, скільки каталізувати їх, Діяти так, щоб вони могли еволюціонувати. У цьому секрет великого архітектора.”

— Гордон Паск, у передмові до «Evolutionary Architecture»

Анотація: у статті розглядається архітектура як глобальна екосистема, як організм, що складається з ієрархічних взаємопов'язаних рівнів. Від дискретних архітектурних одиниць до таксономій, що в свою чергу утворюють кластери, а ті далі - колективну архітектуру - глобальну екосистему, що функціонує подібно живому організму проявляє здатність до самостійного прийняття рішень та адаптації, як відбувається в екосистемах природних. Аналізуються історичні спроби створення людством певних рівнів схожих архітектурних екосистем, а також причини, з яких вони не набули гідного поширення. Пропонуються шляхи усунення недоліків існуючої методології та цілісний підхід до впровадження.

Ключові слова: колективний інтелект; обчислювальне проєктування; параметрична архітектура; модульна архітектура; адаптація.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень і публікацій.

XX століття стало експериментальним майданчиком зі створення "машини для життя", особливо плідним в уніфікації будівель був Річард Бакмінстер Фулер з проєктами будинків Dymaxion та Wichita. На меті було не лише заводське виготовлення та підвищення якості/ефективності, але й забезпечення різних параметрів комфорту за рахунок технологій. Фулер пішов далі запропонувавши поєднання своїх юнітів у таксономії, вертикальні та площинні. З просторовими кластерами працював Моше Сафді (Habitat 67), щоправда поєднання було

заздалегідь визначеним та не передбачало подальшої адаптивності. За задумом японських метаболістів, які чи не вперше в архітектурі порівняли свої концепції мегакластерів, що склалися з юнітів, з біологічними організмами за правилами розвитку, передбачалося зводити переконфігурувані (з певними геометричними обмеженнями та детермінованістю) будівлі, що за масштабом являли собою вже колективну архітектурну систему.

У той самий час задля створення "поведінки" та самостійного прийняття рішень такими архітектурними системами для самоадаптації та самоструктурування експерименти з генетичними алгоритмами проводили Джон та Джулія Фрейзери у Лондонській школі Архітектурної Асоціації: *Reptile Machine*, *Universal Constructor* та інші проєкти. А також Ніколас Негропonte у MIT, дослід *SEEK*. Значний внесок у адаптивну архітектуру з розробками методології з'єднання, структурування, реконфігурації через спілкування внесла академічна програма AA DRL, зокрема проєкт *noMad* (студія Т. Спірополуса: Аранчій Д. О., Барт П. К., Сантос Ф. Г., Цзян Ю.) та інші.

Практична автоматизація виготовлення адаптивних архітектурних типологій відносно нещодавно зазнала невдачі у крупній компанії *Katerra*. Проте у філософії компанії не преваліювала адаптація за рахунок модульності. Новостворена течія дискретної архітектури постулює демократизацію будівель для суспільства за рахунок технологій. Представники течії маніфестують дискретність будівельних елементів у поєднанні з роботизованим виробництвом як панацею складності, дороговизни та низької якості будівель для людей. Ініціатива *WikiHouse* покликана надати можливість людям самостійно збирати житло з виготовлених на верстатах ЧПК блоків мінімізуючи необхідний для цього досвід та здешевлюючи вартість будівництва. Стартап *Automated Architecture* (Клейпул М., Ретсин Ж.) пропонує технологічні мікрофабрики для громад. Ініціативи *Aranchii Architects* та *Aranchii Unit* пропонують проєкти *UnitE* та *Prykhystok* як ефективну та адаптивну можливість надати суспільству гнучкого інструменту створення будівель для поточних змінних потреб і формувати нову урбаністичну екосистему.

Метою публікації є спроба переосмислити усталені методи проєктування і будівництва та запропонувати альтернативу, що з одного боку ґрунтується на використанні методів автоматизованого проєктування та роботизованого виробництва, але з іншого боку на проблематиці концепцій самого архітектурного дизайну - ідей, які уможливають створення будівель як адаптивних сталих екосистем з універсальних будівельних блоків здатних гнучко забезпечувати поточні вимоги та переконфігуруватися за зміни потреб. Метою є пропозиція підходів, які використовують переваги уніфікації, але з

гнучкістю з'єднань для досягнення високої варіативності функцій. При цьому пропозиція фокусується на приверненні уваги до сталих підходів трансформації та перевикористання для синергії антропогенних систем з екосистемою природи.

Основна частина.

Зародки архітектурних екосистем ХХ століття.

Галузь будівництва не встигає за актуальними проблемами сьогодення. У світі питання житла є одним з найбільш гострих, оскільки навіть у найрозвиненіших країнах чимало людей, у тому числі середній клас, не може дозволити собі помешкання неподалік місця роботи [1]. Звісно, це питання не лише проєктувальне, а й економічне, проте архітектура може спонукати більш сталі підходи колової економіки та сталих спільнот. У той же час будівельна галузь відповідальна за найбільший викид CO₂ еквівалентних газів, що впливає на планету і її екосистему - 34% від загальної емісії [2]. Ми користуємося екстрактивістськими підходами та концепцією про необмежені ресурси [3], що вже призводить до значних негативних наслідків, які позначаються не лише на середовищі, а й на нас самих, тож архітектура має змінюватися та працювати не всупереч, а пліч-о-пліч з живим світом.

Одними з очевидних пропозицій з демократизації житла та доступності будівництва є уніфікація та автоматизація. Обидві підпадають під візійне визначення Ле Корбузє *une machine à habiter*. Промислова революція уможливила виробництво архітектурних елементів, але й досі складання цих елементів у будівлю більше нагадує ремісничо-мануфактурний підхід через складність з'єднань та масштабу. Буквально визначення *машини для життя* сприймав Річард Бакмінстер Фулер запропонувавши філософію будинків виготовлених з найсучасніших на той момент матеріалів на заводі. *Dymaxion House* використовував сплави алюмінію у своїй конструкції, що щойно були винайдені для галузі авіації. Фулер приділяв особливу увагу вазі конструкцій - ефективність будівель на його думку визначалася числом матеріалу, з якого той був побудований. *Геокуполи* були уособленням максимального об'єму перекритого мінімальною вагою металу, а стиснено-розтягнуті *tensegrity* структури лише підсилювали цей ефект. Останні були застосовані і в **Dymaxion 4D**, лінійній одновимірній вертикальній таксономії з центральною щоглою, у яку було вбудовано вертикальні комунікації поверхів [4]. Окрім вертикального нашарування (*stack*) Фулер також пропонував об'єднання кількох будинків *Dymaxion/Wichita* в рівні землі вузькими з'єднаннями, що нагадували "перешийки". За задумом ці житлові одиниці мали бути максимально автономними, проте вартість технологій не дозволяла масового впровадження. Лінійні таксономії простежувалися і в інших проєктах,

зокрема в конкурсній будівлі Ричарда і Су Роджерсів Zip-Up House, маючи у цьому випадку горизонтальний напрямок розвитку, що теж вносило просторові обмеження.

Більші просторові кластери знайшли реалізацію у проєкті *Habitat 67* Моше Сафді. Справедливим буде зазначити, що юніти у Монреалі склалися за заздалегідь визначеною просторовою конфігурацією без можливості подальшої трансформації, хоча й давали відносно високу свободу сполучень. Цікавим є факт, що побудований кластер й досі не втратив актуальності серед прихильників якісного житла та продовжує гуртувати спільноту надаючи можливість поєднання міського багатоквартирного житла з перевагами приватного (власні міні-подвір'я завдяки терасуванню) [5].

Японські архітектори об'єднані у течію метаболізму пішли далі концепційно порівнюючи життєдіяльність будівлі з розвитком природного організму: зростанням, розвитком та старінням. Кукурудзоподібні башти *Floating City* посеред токійської затоки дещо нагадували ідею Фулера вертикальним розвитком та ядром, проте були вже складнішими об'ємно - юніти (житлові одиниці) можна було нанизувати по колу кожного поверху, а масштаб і число елементів було значно більшим. Варіативність у полярній системі координат кожного поверху і розвиток вгору можна було вже назвати як мінімум двовимірною структурою. *Плавуче місто* Кісьо Курокава не було реалізоване, проте інший проєкт архітектора - *капсульну вежу Накагін* було збудовано 1972 року (і зруйновано 2022) - 140 юнітів житлової чи офісної функції кріпилися 4 болтами до 2 жорстких залізобетонних веж. Задум передбачав сценарії поєднання капсул, проте справжній архітектурний метаболізм не був імплементований, а лишився застиглим.

Тим часом інші дослідники займалися супутньою стороною проблеми архітектурних екосистем - логікою колективної системи, кластера що складалася з великого числа юнітів. Гордон Паск у передмові до праці Фрейзера наголошував на важливості процесу, правил та логіки проєктування, а не на кінцевій формі: *"Роль архітектора тут, я вважаю, не стільки проєктувати будівлю чи місто, скільки каталізувати їх, Діяти так, щоб вони могли еволюціонувати. У цьому секрет великого архітектора"*. Тут мова йде про наділення архітектурних структур здатністю самосвідомості та самостійного прийняття рішень. У іншій статті автора розкрита логіка взаємодії архітектури, реакції на людину, оточення чи іншу машину [6], у даній - продовження/доповнення, що має на меті еволюційну розбудову.



Рис. 1. Universal Constructor, 1990. Джон та Джулія Фрейзери. [9]

У експерименті Ніколаса Негропonte **SEEK** середовище, що складалося п'яти сотень оцинкованих кубів - просторових пікселів (вокселів) та ховрахів, було абстрагованою урбаністичною просторовою моделлю, у якій система мала реагувати на поведінку живих істот, які її населяли. Зміни конфігурації відбувалися роботизованим маніпулятором та були реакцією на основі самонавчання на непередбачувані людські потреби. Як і Гордон Паск [6], Ніколас Негропonte був націлений на створення середовища взаємодії людина-машина "the intimate association of two dissimilar species (man and machine)" [7]. Щоправда досить швидко ховрахи почали гратися з маніпулятором та вокселями замість оселятися в них, а потім почали виявляти апатію та тривожність. [8] Менше з тим, проєкт був важливою віхою у створенні кібернетичного середовища адаптивної архітектури.

Відтак у проєкті **Universal Constructor** (1990) Фрейзери продемонстрували здатність юнітів розуміти завдяки комунікації з "сусідами" своє положення та в кінцевому підсумку свідомість системи щодо своєї топології та структури у просторі. *Універсальний конструктор* є уособленням цифрової матерії в архітектурі, де куби-вокселі (рис. 1) наділені сенсорами і процесорами для обробки інформації. Концепт є продовженням дослідження *Generator*, у якому подружжя Фрейзерів асистували Седрику Прайсу [9].

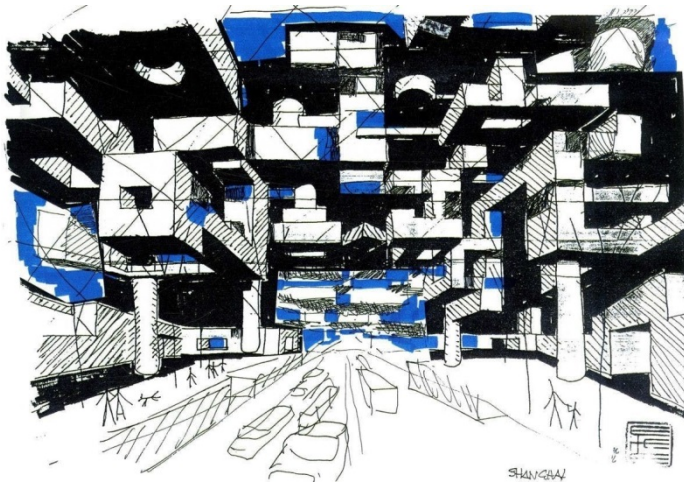


Рис. 2. Начерк Ville Spatiale - архітектурної системи здатної до переконфігурування. Репродуковано в: Archinect, 2020. [18] Йона Фрідман

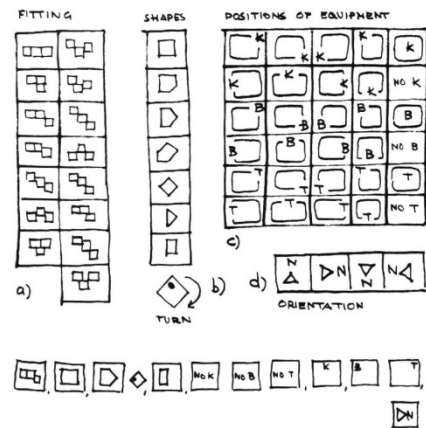


Рис. 3. Flatwriter - програма для створення користувачами житла/кварталу у Ville Spatiale. [19] Йона Фрідман

Архітектор Йона Фрідман у концепції **Architecture Mobile** описував створення мобільних структур здатних адаптуватися до змінних потреб мешканців та соціальних трансформацій. Важливим параметром була партисипація мешканців - надання їм змоги підлаштовувати середовище проживання. При чому важливою складовою візії була зворотність або реверсивність процесу збірки для уможливлення реконфігурації [3]. Розвиток візії *Architecture Mobile* знайшов своє продовження у проєкті футуристичних поселень *Ville Spatiale* - завдяки комп'ютерній програмі *Flatwriter*, 1967 (рис. 2), передбачалося, що мешканці створюватимуть вигляд свого житлового простору (рис. 3). Фактично - кастомізація житлових одиниць та кварталів водночас.

Проєкт **Embriological House** Грега Ліна (1997-2001) підходив до ідеї еволюції з паралельного кута зору - еволюційна безліч ембріонів з одного генетичного матеріалу породжувала розмаїте сімейство будинків, які були параметизовані - набір параметрів морфогенезу горизонтальних перерізів давав змогу кастомізувати в певних межах один і той же будинок плавної геометрії "без складок" для різних користувачів [10]. Еволюція кастомізації юнітів вимагала автоматизованого виробництва - ЧПК та тривимірного друку, але масштабування цих методів до будівельних габаритів лишало питання з'єднань. І хоч проєкт не мав на меті кластеризацію у систему, він породив пропозицію локальних варіацій.

Висновки ХХІ сторіччя та еволюція новітніх підходів.

Модульність нині часто трактується однобоко - конструкція габаритів транспортного контейнера або декількох з обмеженими можливостями

поєднаннями, або взагалі з єдиним. Така інтерпретація модульності може забезпечити лише обмежене планування однородинного будинку, але не вирішує побудову та розвиток сталих спільнот. Натомість є відмінні концепції, що є уособленням високого рівня адаптації. До таких належить проєкт **noMad**. Одним з середовищ досліджень архітектурних адаптивних екосистем є програма DRL у школі архітектури Архітектурної Асоціації. Проєкт *noMad* (студія Т. Спайрополуса: Д. О. Аранчій, П. К. Барт, Ф. Г. Сантос, Цзян, Ю. 2013-2015) пропонує середовище поведінкової збірки, у якому розумні цеглини через комунікацію розуміють взаєморозміщення та здатні приймати рішення про розбудову й адаптацію. Проєкт більше розрахований на побудову гнучких вуличних споруд та каркасів будівель залишаючи поле для досліджень зокрема герметизації. *noMad* - це уособлення розумної матерії (з дискретним восьмигранним елементом габаритом близько 15см), яка може набувати довільних форм [11]. Однак поточний рівень технологій не дозволяє демократично впровадити всі переваги подібних систем. Для вирішення означених проблем статті ефективніше працюють стратегії з більшими, не такими "розумними" будівельними блоками, для проєктування та виготовлення яких, втім, потрібні найсучасніші технологічні підходи.

Серед найамбітніших спроб останніх років автоматизувати будівельну промисловість було починання компанії Katerra, яка володіючи величезними потужностями з виробництва CLT розробляла й впроваджувала систему, що інтерпретує довільні архітектурні об'єми у вигляді дерев'яних блоків/деталей готових до ЧПК фрезерування та складання. "Архітектурне Lego", наріжний камінь для людства, зазнало краху, а серед причин передусім виділяють відмінність будівельної галузі від решти технологічних [12], зокрема досвід керівництва компанії базувався на галузі електроніки, що призвело до недооцінки складнощів будівництва. Також вертикальна інтеграція й модульна уніфікація не могла врахувати притаманну архітектурі варіативність, яку могли забезпечувати традиційні підрядники, хоч і менш інноваційними методами.

Цікавою й протилежною вертикальній інтеграції є міжнародна ініціатива 2011 року **WikiHouse** - відкрита цифрова платформа проєктування та самостійного виготовлення архітектурних конструкцій. Концепція послуговується відкритим доступом до бібліотеки 3d моделей, які користувач може виготовити на локальному ЧПК верстаті з локальної фанери чи іншої плити з деревини. Розміри будівельних блоків спричинені двома параметрами: безвідходно розкладкою на стандартній плиті фанери 1220 на 2440 мм та можливістю їх підіймати руками без використання спеціальної техніки. Простота складання забезпечується конфігурацією пазів (snap-fit), що значно скорочує час збірки будівлі [13]. Відтак *WikiHouse* спрямовує зусилля на

демократизацію самостійного (DIY) виготовлення будинків людьми розраховуючи на те, що скрізь можна знайти деревину у плитах та відносно недорогий доступ до ЧПК фрезера. Щоправда в реальності не всі мають таку можливість та й технологія попри швидкість та легкість часто не є дешевшою за, приміром, звичайний дерев'яний каркас, який хоч і довше, але цілком доступно складати.

Британський стартап AUAR розвиває ідею WikiHouse та пропонує автоматизоване проєктування та виробництво за допомогою роборук, що "заміняють майстра" [14]. Одна з їх головних послуг/продуктів - мікрофабрики для громад. Ідея полягає у тому, що спільнота отримує автоматизоване виробництво - робота й набір ПЗ для нього і виготовляти універсальні будівельні блоки (збірка яких також потенційно автоматизована). Засновники (разом з іншими архітекторами-експериментаторами такими як Хоче Санчес та Мануель Хіменес Гарсія) пропагують ідею дискретної архітектури, а якій універсальність будівельного блока забезпечує не одноманітність, а навпаки високу варіативність архітектурного середовища. Окрім цього компанія працює в напрямку автоматизації довільної архітектури подібно до *Katerra*, однак без вертикальної інтеграції. Як і *WikiHouse*, *AUAR* забезпечує коробку будівлі з необхідністю її доутеплювати (ребра каркасу слугують містками холоду) та оздоблювати ззовні, що навіть при автоматизації з'єднань будівельних блоків лишає велику частину ручної роботи. При чому це, як правило ускладнює гіпотетичну можливість адаптації і перевикористання системи в інших конфігураціях.

Ініціатива **Aranchii Unit** націлена на можливість забезпечувати не лише автоматизовані системи з універсальних будівельних блоків, але й екосистему, зокрема модель *UnitE* складається з тривимірних вокселів та здатна адаптуватися - кластери можуть зростати чи зменшуватися в розмірах або лишатися сталими в числі змінюючи свою конфігурацію й топологію відповідно до вимог людини та параметрів середовища. Юніти мають автономний кубічний каркас, який заповнюється гранями та не залежить від несучої здатності стін [15]. Для ефективності 15-30% юнітів є енергетичними - містять інженерні вузли комунікацій, які розводяться до решти. Важливою характеристикою гнучкості *UnitE* є універсальність, оскільки вокселі забезпечують можливість як мінімального житла чи офісу, так і великих багатоповерхових кластерів змішаного призначення (рис. 4). Першою фазою реалізації проєкту на момент поточної публікації є побудова життєздатного прототипу житлового кластеру з



Рис. 4. UnitE, архітектурна стала екосистема. Міські квартали змішаної типології: житло та громадські будівлі. Конфігурації високоадаптивні до потреб спільноти. Окрім гнучкості просторового планування система передбачає здатність самостійно пропонувати рішення щодо своєї розбудови аналізуючи потреби та параметри контексту. Автор: Дмитро Аранчій, Aranchii Unit.



Рис. 5. UnitE Rooftop. Вертикальне розширення і стала реновація існуючого житла замість викидів спричинених перебудовою. Ко-лівінги, ко-воркінги, громадські місця у центрі Києва, що нададуть існуючій нерухомості нової цінності. Для девелоперів, інвесторів, переселенців та ветеранів - ОСББ має змогу забезпечувати соціальні та комерційні функції корисні для громади. Автор: Дмитро Аранчій, Aranchii Unit.

кількох одиниць. Також UnitE бере участь в співпраці з громадами, зокрема ОСББ подільського району Києва для забезпечення громад додатковими гнучкими просторами на дахах існуючих будинків: соціальне житло, коворкінги, місцеве садівництво тощо (рис. 5)., в межах європейської ініціативи Green Renovation Wave for Ukraine [Final Report]. Наступні фази реалізації передбачають багатофункційні кластери, втілення ідеї реконфігурації/адаптації, та впровадження інтелектуальної системи-конфігуратора, що дозволяє користувачам адаптувати систему під свої потреби самостійно приймаючи рішення на основі багатокритеріального аналізу. Матеріали сповідують принцип локальності та концепції перевикористання, зокрема відновлювана деревина має властивість накопичувати вуглець ще сильніше зменшуючи карбоновий слід.

Модель *Prykhystok* - візійна ідея AranchiiUnit, що переслідує подібну ідею до UnitE але йде далі з точки зору просторової конфігурації. 12 юнітів утворюють собою більший модуль - зрізаний восьмигранний, внаслідок чого геометрія з'єднань є більш ефективною за конвенційний прямий кут та дозволяє рівномірніше розподілити навантаження по ребрам-стержням системи та як наслідок допомагає знизити число матеріалу каркасу [16][17]. Просторові конфігурації забезпечують більш компактні еквідистантні планування по усіх трьох осях.

Висновки.

XX століття заклало фундамент у розвиток архітектурної автоматизації, модульності та спроб кластерних агрегацій. Технології можуть забезпечити ефективність будівельного виробництва, але не можуть забезпечити сталих архітектурних екосистем, оскільки останні - проблема і завдання проєктування. В роботі прослідковано новітній відтинок їх історичного розвитку, проаналізовано проблеми окремих критеріїв та сформовано дизайн апарат створення. Останній включає не лише уніфікований конструктив, що забезпечує розмаїття варіацій, а й кібернетично-обчислювальний підхід. Здатність системи до просторових пропозицій своєї чергою ґрунтується на цінностях сталого розвитку та колової (циркулярної) економіки та перевикористання. Апробація пропозиції триває та буде розкрита в майбутніх дослідженнях.

Список літератури

1. Йобст У.К., Келдерманн П., Юнг К. *Усім потрібне житло: справедливе, соціальне, доступне*. Київ: CANactions, 2020. 240 с.
2. United Nations Environment Programme, Global Alliance for Buildings and Construction. Not just another brick in the wall: The solutions exist – Scaling them will build on progress and cut emissions fast. Global Status Report for Buildings and Construction 2024/2025. 2025. URL: <https://wedocs.unep.org/20.500.11822/47214>

3. Sanchez J. Architecture for the commons: Participatory systems in the age of platforms. London: Routledge, 2020. 134 p.
4. Fuller R. B., Marks R. W. The Dymaxion world of Buckminster Fuller. New York: Doubleday Anchor Books, 1973. 246 p.
5. The B1M. How a 23-year-old solved urban sprawl [Video]. YouTube. 2023. URL: <https://youtu.be/Qwbp9T-WS-I>
6. Аранчій Д. О. Архітектура поведінки: реакції, спілкування та взаємодії. *Сучасні проблеми архітектури та містобудування*. Київ: КНУБА, 2025. Вип. 71. С. 3–21. DOI: <https://doi.org/10.32347/2077-3455.2025.71.3-20>
7. Negroponte N. The architecture machine. Cambridge, MA: MIT Press, 1970. 154 p.
8. Hess T. Gerbils ex Machina // Art News. 1970. December . P. 23.
9. Frazer J. Themes VII: An Evolutionary Architecture. London: Architectural Association, 1995. 128 p.
10. Lynn G. Greg Lynn FORM. New York: Rizzoli, 2008. 370 p.
11. ArchDaily. Nomad: The self-aware heir to Buckminster Fuller [Електронний ресурс]. 2015. URL: <https://www.archdaily.com/771884/nomad-designs-the-self-aware-heir-to-buckminster-fuller>
12. Architect Magazine. Kattera's \$2 Billion Legacy [Електронний ресурс]. 2021. URL: <https://www.architectmagazine.com/technology/katerras-2-billion-legacy>
13. WikiHouse. Офіційний сайт [Електронний ресурс]. URL: <https://wikihouse.cc>
14. Claypool M., Jimenez Garcia M., Retsin G., Soler V. Robotic building: Architecture in the age of automation. DETAIL, 2019. 128 p.
15. Aranchii Architects. UnitE: адаптивна модульна архітектурна система [Електронний ресурс]. URL: <http://aranchii.com/ua/blog/unit-e-adaptyvna-modulna-arkhitekturna-systema/>
16. Aranchii Architects. *Хмарочоси-прихистки* [Електронний ресурс]. URL: <http://aranchii.com/ua/blog/khmarochosy-prykhystok/>
17. Parametric Architecture. *Prykhystok Skyscrapers: a phenomenal modular design by Aranchii Architects* [Електронний ресурс]. 2022. URL: <https://parametric-architecture.com/prykhystok-skyscrapers-a-phenomenal-modular-design-by-aranchii-architects/>
18. Archinect. *Visionary architect Yona Friedman has passed away* [Електронний ресурс]. 2020. URL: <https://archinect.com/news/article/150185828/visionary-architect-yona-friedman-has-passed-away>
19. Vardouli T. *Design for empowerment for Design: environments, partners and toolkits* [Електронний ресурс]. 2011. URL:

<https://theodoravardouli.com/2011/10/05/design-for-empowerment-for-design-environments-subjects-and-toolkits/>

References

1. Jobst, U. K., Keldermann, P., & Jung, K. (2020). Usim potribne zhytlo: spravedlyve, sotsialne, dostupne [Everyone needs housing: Fair, social, affordable]. Kyiv: CANactions. (in Ukrainian)
2. United Nations Environment Programme, & Global Alliance for Buildings and Construction (2025). *Not just another brick in the wall: The solutions exist - Scaling them will build on progress and cut emissions fast. Global Status Report for Buildings and Construction 2024/2025*. <https://wedocs.unep.org/20.500.11822/47214> (in English)
3. Sanchez, J. (2020). *Architecture for the commons: Participatory systems in the age of platforms*. Routledge. (in English)
4. Fuller, R.B., Marks R.W. (1973). *The Dymaxion world of Buckminster Fuller*. Doubleday Anchor Books. (in English)
5. The B1M. (2023). *How a 23-year-old solved urban sprawl* [Video]. YouTube. <https://youtu.be/Qwbp9T-WS-I> (in English)
6. Aranchii, D. (2025). Behavioural Architecture: Reaction, Conversation, Interaction. *Current Problems of Architecture and Urban Planning*, (71), 3–20. <https://doi.org/10.32347/2077-3455.2025.71.3-20> (in Ukrainian)
7. Negroponte, N. (1970). *The architecture machine*. MIT Press. (in English)
8. Hess, A. (2007). Gerbils ex machina. *Metropolis Magazine*, (1), 23. (in English)
9. Frazer, J. (1995). *Themes VII: An Evolutionary Architecture*. Architectural Association. (in English)
10. Lynn, G. (2008). *Greg Lynn FORM*. Rizzoli. (in English)
11. ArchDaily. (2015, October 13). Nomad: The self-aware heir to Buckminster Fuller. <https://www.archdaily.com/771884/nomad-designs-the-self-aware-heir-to-buckminster-fuller> (in English)
12. Architect Magazine. (2021). Kattera's \$2 billion legacy. <https://www.architectmagazine.com/technology/katerras-2-billion-legacy> (in English)
13. WikiHouse. (n.d.). WikiHouse official website. <https://wikihouse.cc>
14. Claypool, M., Jimenez Garcia, M., Retsin, G., & Soler, V. (Eds.). (2019). *Robotic building: Architecture in the age of automation*. DETAIL. (in English)
15. Aranchii Architects. (n.d.). UnitE: Adaptive modular architectural system. <http://aranchii.com/ua/blog/unit-e-adaptyvna-modulna-arkhitekturna-systema/> (in English)
16. Aranchii Architects. (n.d.). Prykhystok skyscrapers. <http://aranchii.com/ua/blog/khmarochosy-prykhystok/> (in English)

17. Parametric Architecture. (2022). Prykhystok skyscrapers: A phenomenal modular design by Aranchii Architects. <https://parametric-architecture.com/prykhystok-skyscrapers-a-phenomenal-modular-design-by-aranchii-architects/> (in English)

18. Pacheco, A. (2020, February 21). *Visionary architect Yona Friedman has passed away*. Archinect. <https://archinect.com/news/article/150185828/visionary-architect-yona-friedman-has-passed-away> (in English)

19. Vardouli, T. (2011, October 5). *Design for empowerment for Design: Environments, partners and toolkits*. Theodora Vardouli. <https://theodoravardouli.com/2011/10/05/design-for-empowerment-for-design-environments-subjects-and-toolkits/> (in English)

Abstract

Dmytro Aranchii, PhD student, Assistant Lecturer at the Department of Information Technologies in Architecture, Kyiv National University of Construction and Architecture

Architectural ecosystems: from discrete to common

This article explores architecture as a global ecosystem — an organism composed of hierarchically interconnected layers. From discrete architectural units to taxonomies that in turn form clusters, and further — collective architecture — a global system that functions in ways akin to a living organism. It demonstrates an inherent capacity for autonomous decision-making and adaptation, much like natural ecosystems. The study examines historical attempts by humanity to construct analogous levels of architectural ecosystems, as well as the reasons these efforts have not gained significant traction. Examples include *Dymaxion* houses by Buckminster Fuller, metabolist visions of reconfigurable megastructures by Kisho Kurokawa, and the modular cluster *Habitat 67* by Moshe Safdie. The article also discusses computational and cybernetic approaches to adaptive architecture — such as *SEEK* by Nicholas Negroponte and the *Universal Constructor* by John and Julia Frazer — highlighting the role of interaction, self-organisation, and intelligent material systems. In contrast to failed attempts at industrial automation like *Katerra*, new paradigms propose decentralised, open-source frameworks such as *WikiHouse* and community-level microfactories like *AUAR*. Finally, the paper presents contemporary models like *UnitE* and *Prykhystok* developed by *Aranchii Unit*, showcasing adaptive modular systems that react to changing social, environmental, and spatial requirements. The article proposes an integrated methodology combining computational design, flexible construction systems, and community participation to form resilient architectural ecosystems. This vision emphasises sustainability, reuse, and the synergy of artificial and natural systems through adaptable modular structures.

Keywords: collective intelligence; computational design; parametric architecture; modular architecture; adaptation.