

Про книгу

Книга, яку ви тримаєте в руках базується на дослідженні, проведеному в межах наукової магістерської роботи з архітектури **Алгоритмічні Методи Архітектурного Формотворення**, що була захищена влітку 2011 року в стінах університету КНУБА на базі Кафедри Інформаційних Технологій в Архітектурі, завідувачем якої (як і науковий керівником диплому) є Валерій Васильович Товбич. Він суттєво сприяв дослідженню від вибору і затвердження теми і аж до самого захисту, закладаючи основи традиції суто теоретичних архітектурних магістерських в Україні, які відрізняються від "класичних" проектів насамперед не відсутністю впровадження, а поглибленою дослідницькою частиною, що не була б можлива через брак часу, доведись авторові працювати ще й над розробкою повноцінного об'єкту. Втім підкріплення впровадженням все-таки було і не одне - свідченням цьому слугують авторській наробки, що посідають чільне місце в останньому розділі наукової роботи і, як наслідок, даної книги.

Робота, ймовірно, є першою спробою в Україні широко систематизувати та класифікувати знання в області обчислювальної архітектури на базі світового досвіду та шляхом аналізу запропонувати нові методи застосування і впровадження, що базуються не лише на вже існуючих імплементаціях, а й на ідеях їх комбінування, удосконалення чи використання інтердисциплінарних знань, що раніше не здійснювали інтервенцію у поле архітектурного проектування. Галузь є новою не лише в Україні, а й у цілому світі і тому поточна наукова спроба, звісно, відрізняється від праці з усталеним історичним матеріалом на кшталт архітектури модернізму чи появи перших обчислювальних машин. А відтак автор не претендує на повний і всеосяжний опис усіх процесів, що зараз відбуваються у параметриці, а лише намагається виокремити суть і основні моменти. Слід також зазначити, що хоча саме архітектура стала відправною точкою у написанні роботи, матеріал книги корелюється з багатьма видами дизайну: графічним, промисловим, інтер'єрів тощо; так само з урбаністикою та проектуванням великих інфраструктурних об'єктів; цифровим мистецтвом. Методи, розглянуті і запропоновані в книзі, здебільшого не чутливі до масштабу, натомість скоріше залежать від обраних параметрів у тій чи іншій ситуації.

Оскільки переважна частина роботи була написана у 2011 році, була нав'язлива спокуса змінити і доповнити багато моментів. Особливо це стосується появи та реалізації нових проектів, як розглянутих зарубіжних архітекторів, так і авторських (особливо останніх). Деякі невеликі доповнення все ж відбулись, проте і проекти і розвиток програмного забезпечення не стоять на місці і було вирішено звернути увагу на головні оновлення у наступній праці, бо хай там як, а дана книга не присвячена освітленню усіх найсвіжіших подій, вона про більш фундаментальні речі.

Як читати цю книгу

Алгоритмічні Методи Архітектурного Формотворення складаються з 4 основних частин: вступу, аналізу обчислювальних методів архітекторів, поглибленій класифікації самих алгоритмів та насамкінець авторських наробок, як теоретичних, так і практичних. І хоч книга побудована у послідовному порядку від огляду до аналізу і пропозицій, кожна частина є досить автономною і читати за бажання можна у довільному порядку. Це також стосується і підрозділів, в яких читач знайде конкретну інформацію на найбільш цікаву йому тему. Якщо ж читач піде далі і прочитає багато підрозділів, то побачить взаємозв'язок між ними. Книга навмисне написана більш жвавою літературною мовою,

що розбавляє подекуди суху наукову тематику. Якщо ж читачеві певні розділи незважаючи на останню обставину видадуться надто технічно складними й абстрактними, їх можна опустити у читанні і повернутися до них лише у разі необхідності.

Вступ дає трохи більше усвідомлення про причину появи новітнього напрямку і подальшого змісту праці. Другий розділ має справу з архітекторами, які нерозривно пов'язані з алгоритмічним проектуванням, з одного боку з більш досвідченими, з другого - з більш молодими, виокремлюючи з їх проектів підходи та групуючи їх за базовими критеріями. Третій розділ, спираючись на попередній, розрізняє і гілкує підтипи алгоритмів, класифікуючи їх більш прискіпливо і детально. Четвертий і останній показує на прикладі робіт автора впровадження обчислювальних методів в рамках навчання, досліджень та реальних проектів в Україні. Цей розділ має пропозиції щодо подальших розробок, адаптації певних алгоритмів та мутування їх між собою у світлі архітектурної думки.

Окремого слова заслуговує термінологія. Поява феномену нової архітектури на рубежі століть породила багато назв, Одне з них - дигітальна - фактично транслітерація цифрової з англійської. Потім з'явилися спроби назвати її нелінійною, неевклідовою, фрактальною (останнє надто вузько). Закріпилося також визначення авангадного напрямку як параметричного підходу. Окремі прогресивні галузі можна назвати генеративною, поведінковою тощо (окремо про них у тілі книги). Про це автор неодноразово висловлювався у своїх публічних лекціях. Однак можна підсумувати, що авторів найбільш широкими і ємнісними термінами здаються визначення обчислювальної та алгоритмічної архітектури. Перше пов'язує архітектуру з появою і розвитком цифрової доби електронних обчислювальних машин (комп'ютерів), друге - з комп'ютерними алгоритмами, що нині еволюціонували у надскладні системи, подекуди близькі до розуміння таємниць природи та людського розуму.

Подяка

Автор висловлює велику подяку усім, хто так чи інакше причетний до появи цієї книги. Зокрема дякує Вірі Кущенко - за неодноразове копітке прочитання тексту і дискусії з приводу ясності викладення думок, Марії Аранчій - за численні поради під час написання і верстання, вже згаданому Валерію Васильовичу Товбичу, чия віра в успіх була настільки міцною, що саме він постав фігурою, яка запропонувала адаптувати дисертацію в книгу. Автор дякує також усім людям, хронічно хворим авангардною архітектурою чи вірою в автора, хто на протязі роботи над книгою неодноразово задавав питання про дату виходу, наповнення книги тощо. Цей супутній процес був надихаючим і результативним, а відтак автор книги несказанно радий поділитися своїми напрацюваннями і дослідженнями з усіма небайдужими до цифрової архітектури, внести свій скромний вклад у розвиток алгоритміки/параметрики в рідній Україні, і, можливо, в світі.

Трохи здорового паріотизму

Також ввижається за необхідне подякувати особистостям і обставинам, зв'язок яких з Україною не приховується, але досі мало відомий широкому загалу (на відміну від вузького кола спеціалістів). Зокрема видатному українському математику, який викарбуваний на двогривневій іменній монеті, Георгію Вороному, вихідцю з Полтавської області, учетелю відомого польського математика Серпінського та Делоне, останній з яких захищав дисертацію у Київському Політехнічному Інституті. Про всі названі імена ви прочитаєте далі у тексті, проте безперечним є факт їх зв'язку зі світовою наукою і з сучасною обчислювальною архітектурою зокрема.

Співненню оптимізму і факт першої у континентальній Європі розробки комп'ютера (ЕОМ) під назвою МЕОМ у Києві у 1948-51 рр. Передували їй лише американський та англійський винаходи, а німецька обчислювальна машина часів другої світової не вважається електронною.

Перелічувати можна ще довго, але натяк кристалево прозорий - Україна має нерозривні традиції зі світовою передовою думкою, і цей зв'язок зараз у добу відсутності будь-яких кордонів має усі шанси лише підсилюватись, що на руку українській сьогоденній алгоритмічній (або якщо хочете - обчислювальній) архітектурі.

Зміст

Розділ 1. Вступ

0 | Вступ

Розділ 2. Аналіз досвіду зарубіжних архітекторів та майстерень алгоритмічного підходу

3 | 2.1 Знані майстри

4 | 2.1.1 Греґ Лінн Форм (Greg Lynn Form): Греґ Лінн (Greg Lynn)

5 | 2.1.2 ЮНСтудіо (UNStudio): Бен ван Беркель (Ben van Berkel) та Каролін Бос (Caroline Bos)

6 | 2.1.3 ФОА (FOA / Foreign Office Architects): Фаршид Муссаві (Farshid Moussavi) та Алехандро Заера-Поло (Alejandro Zaera-Polo)

7 | 2.1.4 Асимптот (Asymptote): Хані Рашид (Hani Rashid) та Ліз Ан Кутюр (Lise Anne Couture)

8 | 2.1.5 НОКС (NOX): Ларс Спайбрук (Lars Spuybroek)

9 | 2.1.6 АРУП (ARUP): Сесіл Балмонд (Cecil Balmond)

10 | 2.1.7 Гері Партнерз (Gehry Partners): Френк Гері (Frank Gehry)

11 | 2.2 Молоді імена

12 | 2.2.1 Кокуджія (Kokkugia): Роланд Снукс (Roland Snooks) Роб Стюарт Сміт (Rob Stuart Smith)

13 | 2.2.2 оупенСистемз (openSystems): Марко Вануччі (Marco Vanucci)

14 | 2.2.3 Біосінг (Biothing): Аліса Андрасек (Alisa Andrasek)

15 | 2.2.4 ЗЕБЕРІМЕНІ (THEVERYMANY): Марк Форнс (Marc Fornes)

16 | 2.2.5 R&Sie: Франсуа Рош (Francois Roche)

17 | Висновки по розділу 2

18 | Додаток 1 (до розділу 2)

Розділ 3. Аналіз існуючих алгоритмів та методів параметричного моделювання в архітектурному формотворенні

19 | 3.1 Редукціоністський підхід. Становлення зсуву архітектурної парадигми

20 | 3.1.1 Алгоритми дискретизації та згладжування поверхонь

21 | 3.1.1.1 Алгоритми згладжування Кетмула-Кларка та Ду-Себіна

22 | 3.1.1.2 Діаграма Вороного та триангуляція Делоне

23 | 3.1.1.3 Методи теселяції поверхонь

24 | 3.1.2 Параметричне моделювання

25 | 3.2 Нова парадигма в науці та архітектурі: контекстуально-вільна динаміка

26 | 3.2.1 Деяка класифікація алгоритмів нової парадигми

27 | 3.2.2 Фрактальна геометрія

28 | 3.2.3 Біфуркації, атрактори, векторні та електромагнітні поля (ЕМП)

29 | 3.2.4 Л-системи

30 | 3.2.5 Клітинні автомати

31 | 3.2.5.1 Гра життя

32 | 3.2.5.2 Мураха Ленґтона

33 | 3.3 Нова парадигма в науці та архітектурі: контекстуально-чутлива динаміка

34 | 3.3.1 Самоорганізація

- 35 | 3.3.2 Мультиагентні системи
- 36 | 3.3.3 Ройовий інтелект
- 37 | Висновки по розділу 3
- 38 | Додаток 2 (до розділу 3)

Розділ 4. Застосування дослідження в архітектурі. Авторські нароби

- 39 | 4.1 Редукція
- 40 | 4.1.1 Спортивно-оздоровчий центр в Борисполі
- 41 | 4.1.2 Бесідка в Підмосков'ї
- 42 | 4.1.3 Перша Кав'ярня в Києві
- 43 | 4.2 Тесе́ляція / діаграма Вороного
- 44 | 4.2.1 Школа мистецтв в Українці
- 45 | 4.2.2 Паркан в Кончі Заспі
- 46 | 4.2.3 Квартира на вул. Годовікова в Москві
- 47 | 4.2.4 Тесе́ляція платоновими тілами / лого Pull & Bear; Столик n; відпочинково-розважальний центр під Трипіллям
- 48 | 4.3 Параметричне моделювання
- 49 | 4.3.1 Кому́нікополіс
- 50 | 4.3.2 Біологічний фондовий ринок
- 51 | 4.4 Фрактальна геометрія / фрактал Ляпунова
- 52 | 4.5 Атрактори
- 53 | 4.5.1 Точкові атрактори та лінійні афінні перетворення
- 54 | 4.5.2 Конкурсна офісна будівля Бенетону (Benetton: designing in Teheran)
- 55 | 4.5.3 Атрактори та параметрична крива троянди (rhodonea) / квартира на вул. Ірпінській у Києві
- 56 | 4.6 Клітинні автомати / Музей Фешн Дизайну
- 57 | Висновки по розділу 4
- 58 | Додаток 3 (до розділу 4)

- 59 | Висновки
- 60 | Література
- 61 | Словник термінів

ВСТ

у п

1 Вступ

З появою обчислювальної техніки та з перенесенням геометрії з планшетів та кульманів на тоді ще маленькі екрани великих комп'ютерів сталася революційна зміна інструментарію архітекторів та дизайнерів численних галузей проектування. Виникнення нового інструменту віщувало дещо більше, аніж можливість виправляти помилки на кресленнях без страху зіпсувати чистовий варіант, натомість несло в собі неабияку автоматизацію творчого процесу та навіть участь комп'ютера у створенні новітньої архітектури у якості штучного інтелекту віртуального зодчого, який здатен допомагати людині розробляти визначні споруди майбутнього. Щоправда, на той час ще було зручніше креслити та малювати від руки, а мрії про комп'ютерний інтелект несли в собі відбиток хворої науково-фантастичної уяви.

Перші спроби перетворити інструментарій на метод проглядалися у авангардних архітекторів, вихідців з 60-х: приміром Френк Гері застосував новітню на той час програму Catia для вирішення задачі теселяції складних поверхонь для Музею Гугенхайму в іспанському Більбао, завдяки чому дістав змогу реалізовувати форми довільної складності, які фактично неможливо було порахувати вручну (принаймні час на проектування музею був би неприйнятним для замовників, або ж довелося спрощувати ідею, що було теж недоцільним рішенням). Згодом Гері доклався до власної розробки на базі движку Catia, - Ghery Technologies, яку у наш час використовують численні відомі проектні компанії усього світу, приміром, у ній спроектований майстернями Herzog and de Meuron та ARUP Пекінський Національний Стадіон до Олімпійських ігор 2008 року. Даний програмний продукт, слід зазначити, більше дає змогу реалізації готових "аналогових" задумок архітекторів, але дає широкі можливості у автоматизованій деталізації творчого задуму.

Нові ж покоління зодчих і митців все більше перелаштовують свій проектний підхід до алгоритмічних застосунків. Інколи не обов'язково малювати скетч чи набросок, а лишень замінити пару експресивних рухів олівцем чи пензлем на пару не менш простих схемок чи рядків програмного коду. Професія архітектора не обмежується чуттєвим малюванням, їй, як і колись, будь то часи Вітрувія чи Леонардо, притаманні суворі закони золотих пропорцій і логічних членувань. Змінилися насамперед умови і можливості, адже математика і логіка минулого змінилися на вміння працювати з мовами програмування та алгоритмами, для яких створюються дедалі інтуїтивніші оболонки адаптовані спеціально для людей творчих професій, несучи з собою нові можливості і небачені візуальні результати.

Майже кожен програмний продукт, що так чи інакше стосується архітектора, пропонує додаткові можливості створення нових функцій чи навіть низки функцій, що складають врешті повноцінний алгоритм для зручності проектувальників. Архітектору чи дизайнеру більше не треба вивчати інший програмний продукт задля використання невідомої функції - він може створити потрібний йому інструмент сам. Саме на таких поняттях виник так званий скріптінг (написання додаткових підпрограм) для користувачів 3ds

Max, Maya та інших програм. Розробники Rhinoceros пішли далі, даючи можливість створювачам цілі плагіни на основі так званого "відкритого коду" оболонки. Той же Rhinoceros 3d має унікальний плагін Grasshopper, який устиг полюбитися авангардним архітекторам та створювачам об'ємних моделей завдяки своєму дружньому параметричному інтерфейсу - митець практично створює наочну схему алгоритму, підключаючи до неї управляючі вихідні параметри, інтерактивна зміна яких миттєво впливає на результат моделювання, що дає змогу не лише створення нових форм, а й надшвидкої їх зміни у світлі швидкозмінних побажань замовників та решти чинників архітектурного проектування.

Спеціально для фахівців в творчих галузях не так давно була створена графічно спрямована мова програмування Processing. Використовуючи об'єктно-орієнтований підхід Java, вона містить численну кількість графічних двовимірних та тривимірних функцій. Processing'ом у своїх творчих розробках успішно користуються прогресивні архітектурні майстерні, хоча цей інструмент допоки більш популярний у художників та 2D-графіків. Подібно до Rhino Script (чи Python), Processing дозволяє втілювати найскладніші алгоритми для побудови архітектурної геометрії, даючи можливість застосування самогенеративних алгоритмів побудованих на рекурсії. Недоліком вищезгаданого Grasshopper є обмежений функціонал по роботі з масивами даних (у порівнянні з програмуванням) та рекурсія (яка, втім, стала можливою з появою додатку Hoopsnake), але це компенсується вставками з VB.NET та C#. Проте Processing трохи легший за Rhino Script з точки зору використання його фахівцями, які ще не мали досвіду з програмуванням. Останнім часом з'являється багато так званих нодових редакторів на кшталт Grasshopper для тривимірного моделювання, і, поза суїнвом, їх ставатиме дедалі більше. Проте вже зараз можна виділити Softimage Ise, де чудово реалізована робота з анімацією та емуляцією часток. Таким чином на думку автора візуальні нодові редактори та сучасні мови програмування прямують на зустріч одні одним та у кінцевому результаті мають мутувати у єдине ціле.

Відволікаючись від конкретних застосунків, слід зазначити, що в глобальному розумінні усі новітні алгоритмічні та параметричні методи пов'язані з ідеєю про штучний інтелект, який ускладнює типологію архітектурних образів одночасно спрощуючи проектний процес та реалізаційну частину. Деякі закордонні архітектори просунулися у цьому досить далеко, - приміром Греґ Лінн, американський архітектор, що живе та працює в Санта Моніці, активно створює свою диґітальну архітектуру, запозичаючи методи з суміжних областей (в місті розташовано безліч фірм, які займаються спецефектами для Голівуду, а власники цих компаній - гарні знайомі Лінна). Серед напрацювок архітектора є і "ідеальні форми" споруд, що виникають внаслідок врахування таких вихідних параметрів як людинопотоки, потоки транспорту, атмосферні впливи тощо. Маючи на виході форму, згенеровану машиною, майстерня Greg Lynn Form працює над удосконаленням відповідності даної споруди функції, нормам та призначенню. Звісно, процесу ґенерації передуює копітка робота зі створення самих алгоритмів. Проте це є деякого роду інвестицією у процес подальшого проектування та привнесенням ноу-хау у новітню світову архітектуру, де стає все важче когось вразити. Греґу Лінну це вдається.

Параметричне моделювання, алгоритмічна чи диґітальна архітектура, як її не назви, розпочинає своє становлення на терені України. Незважаючи на малу популярність та недостатню наукову базу, вона стрімко пробивається з зарубіжного досвіду до арсеналу прогресивних творчих майстерень і навіть використовується в теоретичних

дослідженнях. Мало хто розуміє її потужність та коло застосування, втім, це лише підсилює вплив результатів бодай найменших аналітичних робіт та застосунків. Як і усі, налаштовані в майбутнє галузі, алгоритмічне архітектурне моделювання здатне піднести спеціалістів нашої країни на потенційно високий щабель у разі запровадження (а такі спроби вже робляться) теорії й практики на університетському рівні. Усі передумови для цього є: хороший рівень вищої освіти та відносна дешевизна робочої сили у порівнянні з Європою та США (нині основних осередків параметрики). Існує хороший приклад - в Україні квітне ІТ напрямок, оскільки наші спеціалісти оцінюються як 4й потенціал у світі програмування. Саме новітні напрямки розвитку здатні сприяти процвітанню економіки країни. Дана робота про одну з них - архітектурну.

АРХІ

ТЕКТ

ОРИ

2 Аналіз досвіду зарубіжних архітекторів та майстерень алгоритмічного підходу

2.1 Знані майстри

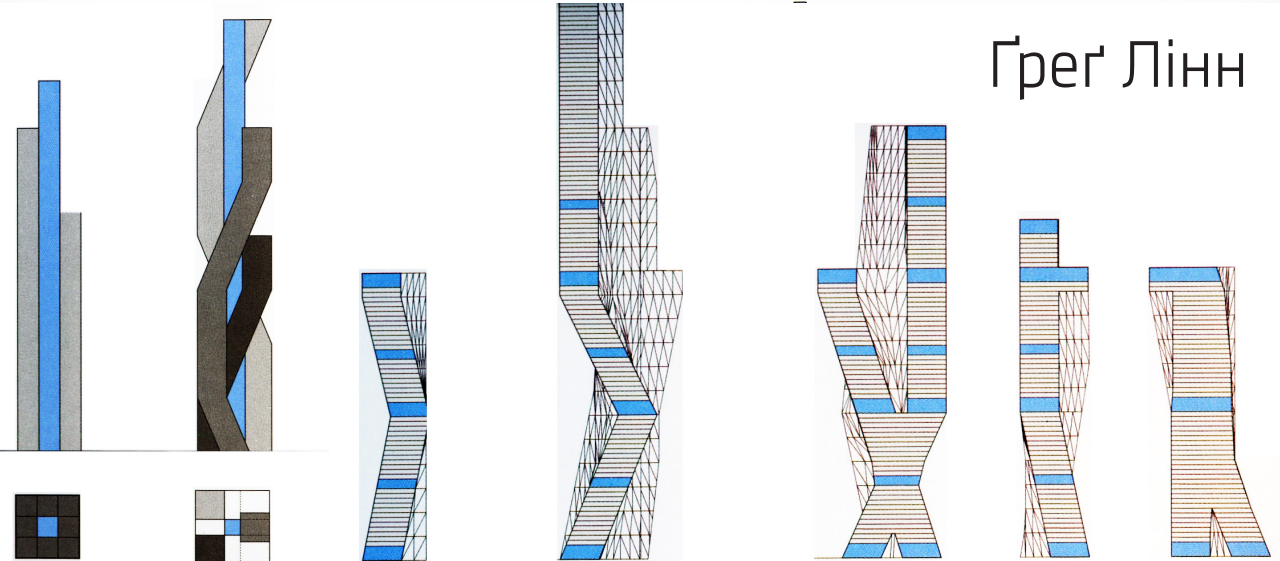
У розділі розглядаються особистості та групи, без яких немислиме поняття алгоритмічної/параметричної архітектури. До розгляду взяті лише найзначущі імена, які підпадають під характеристику застосування дигітального методу як того, який не є повністю другорядним у їх проектуванні (ставка на пріоритетність використання). Вибірка стосується майстрів, що набули широкого розголосу внаслідок своїх концепт-проектів, ламаючих стереотипи лінійного мислення 20-го ст., як віртуальних так і релізованих.

2.1.1 Греґ Лінн Форм (Greg Lynn Form): Греґ Лінн (Greg Lynn)

Маючи наукові ступені з філософії та архітектури, а також попрацювавши у такого метра витоків нелінійної архітектури як Пітер Айзенман, ставить на меті привнесення в архітектуру невикористовуваних раніше підходів з філософії, математичної статистики, біології, дизайну автомобілів, галузі створення спецефектів для кіно. Греґ Лінн не може похизуватись безліччю реалізованих проектів, втім це не заважає йому утримувати пальму першості на олімпі теоретичного архітектурного дигіталізму. Журнал "Тайм" включив його ім'я до списку 100 найвпливовіших інноваторів 21го століття.

Греґ Лінн достеменно впевнений, що віртуальна реальність стала областю вивчення архітекторів рівно відтоді, коли вони почали малювати. Лінн є сподвижником методу в архітектурі, що мусить зламати в майбутньому стереотип стилю, в чому йому допомагає різнопланова освіта - гуманітарна в області філософії та творчо-технічна архітектурна. Прецедентальною стала сьома Венеційська Бієннале 2000 року, в якій Греґ Лінн виступив разом зі своїм колегою-конкурентом по цеху Хані Рашидом. Представляючи павільон США, який облаштували найсучаснішими комп'ютерами та посадили за них 25 студентів, вони створили атмосферу архітектурної діяльності перед дедлайном. Разом з куратором від Америки Максом Холяйном, Лінн визначив найголовнішу тенденцію у сучасній архітектурі, випередивши інші країни, що за традицією хизувались на Бієннале реалізованими проектами.

Окремої характеристики вимагають клієнти Греґа Лінна, яких він сам охрестив як "дивні люди, які на бояться експериментувати або ті, хто надають перевагу макінтошу перед персональним комп'ютером". Замовлення ж від цих людей може розцінюватись як виклик універсальному розуму архітектора та інтелекту численних суперкомп'ютерів його офісу.



Грег Лінн

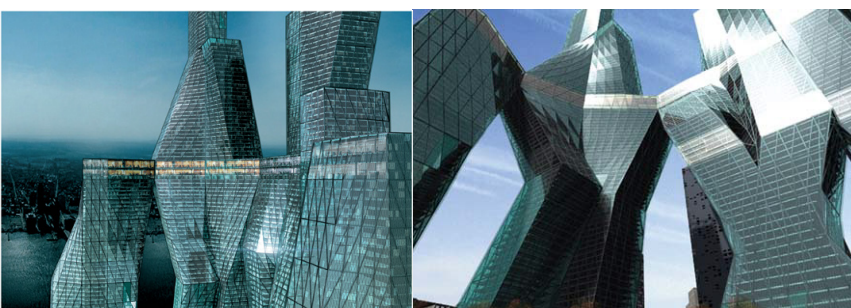


Рис. 2.1.1.1 Міжнародний Торговий Центр, Нью-Йорк, США, 2002. Поперхові плани, розрізи та перспектива. Параметрична модель враховує історичну типологію Мангетену та вимоги ліфтово-сходового ядра.

Рис. 2.1.1.2 Європейський Центральний Банк, Франкфурт, Німеччина, 2003. Параметрична модель дає можливість за допомогою відносно простих геометричних фігур утворювати складний геометричний



Лінн стверджує, що задумуючи той чи інший проект досі небачених форм, він завжди знає кілька компаній, які були б спроможні здійснити його задум, оскільки будівельна технологія крокує далеко попереду ідей архітекторів і є нині практично необмеженою у своїх проявах. Для реалізації проектів Греґ Лінн підключає компанії, що задіяні не лише в традиційному будівництві, а й у машинобудівній чи, навіть, аерокосмічній промисловості. Деякі критики вважають заняття пошуку ідеальних форм із залученням цифрових технологій беззмістовними з приводу їх нереальності і неприродності, проте існує теорія, що трактує людину як наслідок еволюційного процесу, а отже і усі витвори людини підпадають під дану класифікацію. Слід також додати, що усі новітні досягнення в цифровій архітектурі, теорії алгоритмів та інших новітніх науках (як теорія фракталів) ґрунтуються на спостереженнях, взятих з єдиного існуючого джерела - природного середовища.

Невипадковим є також і місцезнаходження офісу архітектора у Венеції (Каліфорнія), куди він перебрався з Нью-Джерсі, де працював з 1994 року. Саме там розташовані офіси компаній з розробки спецефектів для кіно, проектування транспортних засобів, яких тепер нерідко можна побачити в бюро Греґа Лінна. Гонитва за новинками технологій підстібнула архітектора до купівлі (одним з перших) власного автоматизованого станку, який здатен вирізати довільні форми з пластику, дерева, металу та мало не будь яких інших матеріалів.

Приймаючи участь у конкурсі на проектування штаб-квартири компанії БМВ, бюро Greg Lynn Form використало та вдосконалило під архітектурне моделювання об'єкту алгоритми, які були розроблені інженерами машинобудування для реалізації в матеріалі ефекту появи складки на гладкій площині і таке саме непомітне її зникнення.

Методи: одними з найвикористовуваних Греґом Лінном методів архітектурного формотворення панелізація, теселяція та дискретизація поверхонь.

Конкурсний проект Греґа Лінна (у співпраці з United Architects) **Міжнародного Торгового Центру (World Trade Center Site Design Competition)**, 2002, є уособленням взаємодії функціональних вимог та цифрового підходу: в основу топології комплексу башт взяте стандартне для Мангетену планування ліфтового ядра, оточеного периметром офісних площ певної глибини (рис. 2.1.1.1). Модульність та масштаб членувань МТЦ контекстуально пов'язані з планувальною та конструктивною решіткою навколишнього району забудови. Також до обмежуючих початкових умов додався критерій щодо прямолінійності ліфтових шахт (вертикальних) та сходів (діагональних, оскільки нема необхідного критерію вертикальності) [1, р. 193]. Алгоритм продукував геометрію та планування башт відповідно до зазначених вхідних даних і в підсумку мав на виході п'ять башт, що з'єднані між собою на рівнях 65-70-х поверхів [5]. Алгоритмічним обмеженням слугувало також взаємне розміщення горизонтальних перетинів башт одна відносно іншої та відносно комунікаційного ядра (максимальна віддаленість, ступінь сполучення).

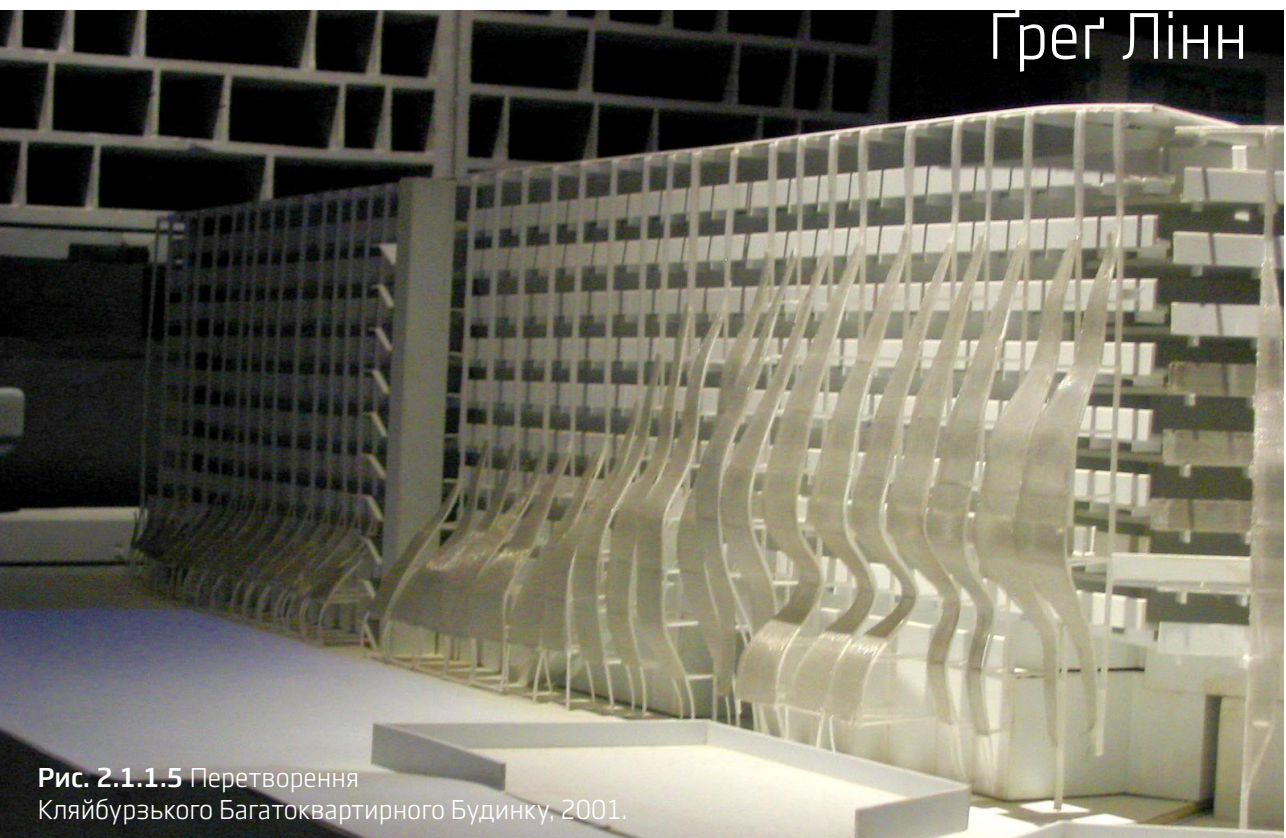
Логічним продовженням попереднього проекту стала конкурсна пропозиція для **Європейського Центрального Банку (European Central Bank Phase I Competition)**, 2003, також у колаборації з United Architects. У результаті було логічно знайдено три рівновіддалених ядра будівлі і сформовано сфероїдну масу повертаючи перекриття поверхів симетрично (рис. 2.1.1.2). Треба сказати, що кожен поверх має поєднання з трьома вертикальними ліфтовими ядрами, і лише симетрично варіюючи свою форму, масштаб і площу, утворюється можливість формування трьох параметричних башт, що



Рис. 2.1.1.3 Венеційська Бієннале 2008. Рекомбінація існуючих форм (дитячих іграшок) за допомогою відрізання зайвих частин і спаювання надає новий просторовий досвід.



Рис. 2.1.1.4 Корейська Пресвітеріанська Церква Нью-Йорку (1995-1999)

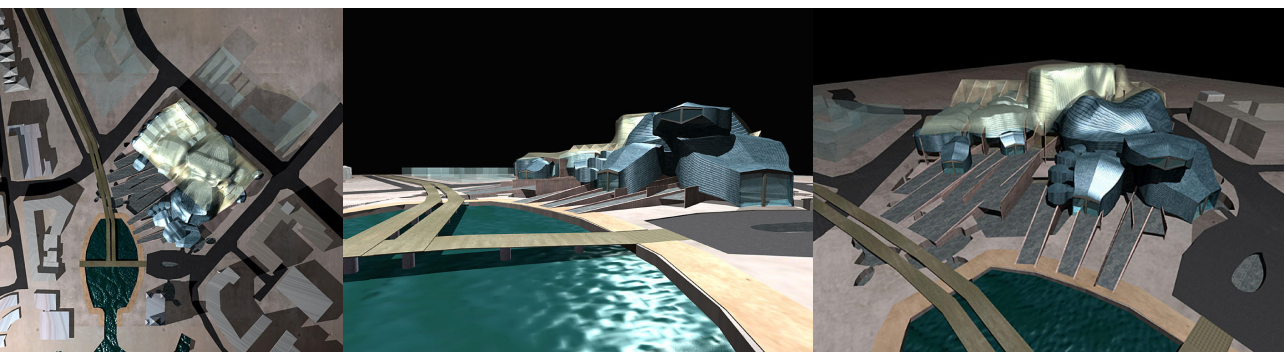


Грег Лінн

Рис. 2.1.1.5 Перетворення Кляйбурзького Багатоквартирного Будинку, 2001.

Рис. 2.1.1.6 Оперний театр бухти Кардіффа , 1994.

У побудові об'єму Кардіфського оперного Греґом Лінном було використано правила галуження дзеркальної симетрії Уільяма Бейтсона. Фігури на плані та осі вирівнювання обумовлені контекстом історичної забудови та конкретно місцини розташування ділянки Овал Бейсіну.



зливаються воєдино в спільний сферичний простір [1, р. 196]. Словник форм будівлі поширюється у ранжуванні від пірамід до кубів та циліндру.

На **Венеційській Бієннале 2008** року Грег Лінн отримав золотого лева за не зовсім "архітектурну" роботу. Інсталяція американця представляла собою надзвичайну сукупність реінкарнованих старих дитячих іграшок (рис. 2.1.1.3). Комп'ютеризований станок був навчений розрізати старі іграшки таким чином, щоб з отриманих "запчастин" була можливість утворювати нові комбінації для вироблення чогось на кшталт космічних меблів. Це дало змогу переробляти стару пласмасу та надати їй нової форми та функціонального сенсу.

Корейська Пресвітеріанська Церква Нью-Йорку (1995-1999)

У інтер'єрному об'ємі храму (рис. 2.1.1.4), криві, що утворюють поверхню, були орієнтовані паралельно існуючій структурній решітці і новим фермам конструкції. Ці криві були потім зсунуті (офсетом) вздовж площини для формування порожнин-проміжків між сегментами. Лофт з альтернативних зсунутих кривих сформував множину поверхонь, що були вирівняні в деяких площинах, а потім розрізані на інші аби дозволити природньому і шучному світлу потрапляти на вівтар [1, р. 88].

Перетворення Кляйбурзького Багатоквартирного Будинку (Transformation of the Kleiburg Block), 2001

Для цього проекту раніше розроблену структуру даху для БМВ у Лейпцигу було трансформовано в вертикальне положення на підтримуючі ферми, тим самим огортаючи фасад будівлі та забезпечуючи підтримку фасадним ескалаторам (рис. 2.1.1.5). Геометрія структури підпорядкована функціональному розміщенню ескалаторів, яке є ніби лінійним атрактором для модульних пелюсток огортаючої мембрани [2].

Цікавим і показовим є також пропозиційний проект для **Штаб-квартири БМВ**, для якого попередньо було вивчено "словник" прийомів з утворення поверхонь однойменної автомобільної компанії. Наступним кроком було запровадження алгоритму з утворення архітектурних будівель головного офісу компанії, що бере за основу "зазначений" словник правил формотворення оболонок та варіює їх використання у відповідності до певних умов та параметрів, що вводяться безпосередньо архітекторами під час даного формотворчого процесу.

Прикметними у цьому випадку є слова голови дизайнерського відділу БМВ про те, що творці автомобілю відрізняються від архітекторів переважно тим, що у роботі для них головне - поверхня, яку архітектори, по суті, не мають. Досить іронічним є масштаб будівель, який дозволяє побачити, що поверхня в архітектурі є всього-навсього набором панелізованих дискретних елементів [1, р. 43]. Щоправда, останнім часом ситуація змінюється, архітектори все частіше працюють з "автомобільними поверхнями", і, можливо, невдовзі з'являться велитенські роботи 3d-принтери, для яких надрукувати просторову будівлю з бетону и металу буде такою самою забавкою, як нині виготовити тривимірний макет з порошку.

Оперний театр бухти Кардіффа (Cardiff Bay Opera House Competition), 1994. У

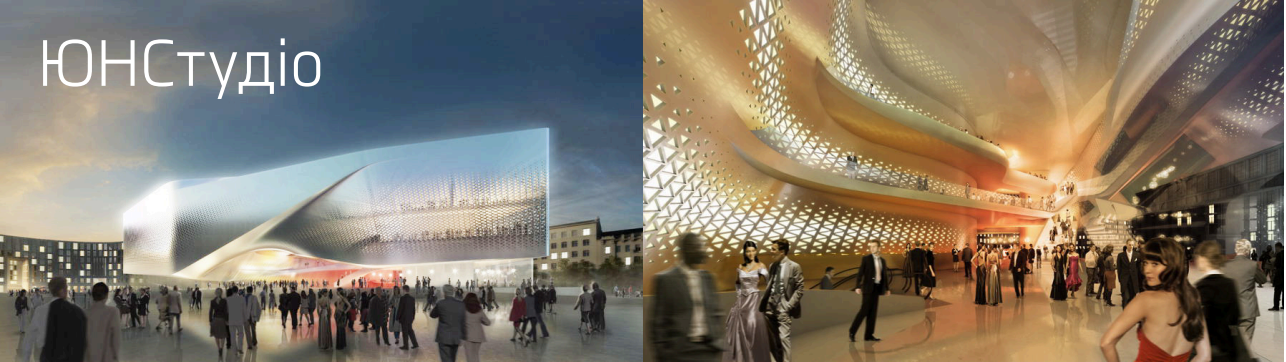
побудові об'єму Кардіфського оперного, Грегом Лінном було використано правила галуження дзеркальної симетрії Уільяма Бейтсона [1, р. 50]. Фігури на плані та осі вирівнювання обумовлені контекстом історичної забудови та конкретно місцини розташування ділянки Овал Бейсіну (рис. 2.1.1.6).

2.1.2 ЮНСтудіо (UNStudio): Бен ван Беркель (Ben van Berkel) та Каролін Бос (Caroline Bos)

Бен ван Беркель притримується парадигми параметричного проектування, найвизнанішим проявом якого вважається **Музей Мерседес-Бенцу** у Штутгарті 2006 року, форма якого у вигляді трикутної в плані, подвійної, закрученої спіралі ДНК від початку до кінця задана параметричною формулою [3]. На популярному інтернет-ресурсі YouTube навіть викладений на широкий загал анімаційний відеоролик, який демонструє увесь шлях побудови геометрії музею від першої до останньої тривимірної дискретної складової. Задання ідеології майстерні UNStudio також неможливе без наукового живлення, відтак, голова бюро Бен ван Беркель не полишає науку, посідаючи заслужену посаду декана архітектурного факультету Академії Штеделя у Франкфурті. Раніше Бен ван Беркель працював у майстернях Сант'яго Калатрави та Захи Хадід; зараз же разом з викладанням в найпрестижніших школах по всьому світу ван Беркеля не полишає ідея використання замкнутих тривалостей (приміром стрічка М'юбіуса), що проявляється в багатьох його проєктах та слугує філософською підосновою до подальшого математично-алгоритмічного її впровадження у процес дизайну.

Досить великим кроком у співпраці країн СНД з зірками зарубіжної архітектури став проєкт **Палацу Танців** у Санкт-Петербурзі (або як воно більше поширене в російській пресі - театр хореографа Бориса Ейфмана) 2009 року. Інтеграція в існуючу забудову Петроградського району забезпечується двома головними чинниками: масштабом будівлі, фасад якої слідує стандартній для місцини блакитній позначці у 28 метрів та трансформованою прозорістю, що досягається фасадною системою трикутних панелей оболонки (рис. 2.1.2.1), [4]. Варіація між прозорими та перфорованими панелями створює контрольовану відкритість, обумовлену програмою, видами та орієнтацією і базується на використанні атракотру у вигляді кривої. Акустичний розрахунок спричинив підковоподібну форму головної глядацької зали палацу. Слід зазначити, що подібні розрахунки - одні з найстаріших в історії людства формотворчих чинників в архітектурі видовищних споруд, ще від театрів Греції та Римської Імперії, що можна назвати витоками параметричної архітектури.

Флагманський магазин Луї Вюїтон у Японії наскрізь проживлений сучасною фрактальною геометрією та семіотикою, оскільки відправною точкою утворення його форми слугує фірмовий графічний знак бренду. Автори проєкту стверджують, що 54-метровий магазин "покликаний встановити архітектурний еквівалент ідентичності Луї Вюїтон, у якій змішуються якісні показники класики та сучасності" [4]. Листочок логотипу марки проглядається на всіх архітектурних кресленнях споруди: від плану до розрізу і фасаду, являючи собою велетенську мега-форму, яка в свою чергу знаходить свій відголосок в більш дрібних елементах, фрактально подрібнюючись, прикладом чого слугують віконні отвори фасадів (рис. 2.1.2.2). Структурна форма пов'язана з функцією через низку трьох різних процесів на вертикальних секціях будівлі, кожна з яких складається з чотирьох листочків в плані, закручених за висотністю в спіральний візерунок. Один з листочків є терасною зоною мішаної функції з озелененням і має вертикальне сполучення з зоною іншого рівня, формуючи розмаїті розрізи магазину. Спіральний шлях від самого низу до найвищого поверху ставить проєкт на один щабель з попередніми філософськими формами



Принцип плана
PLAN PRINCIPLE

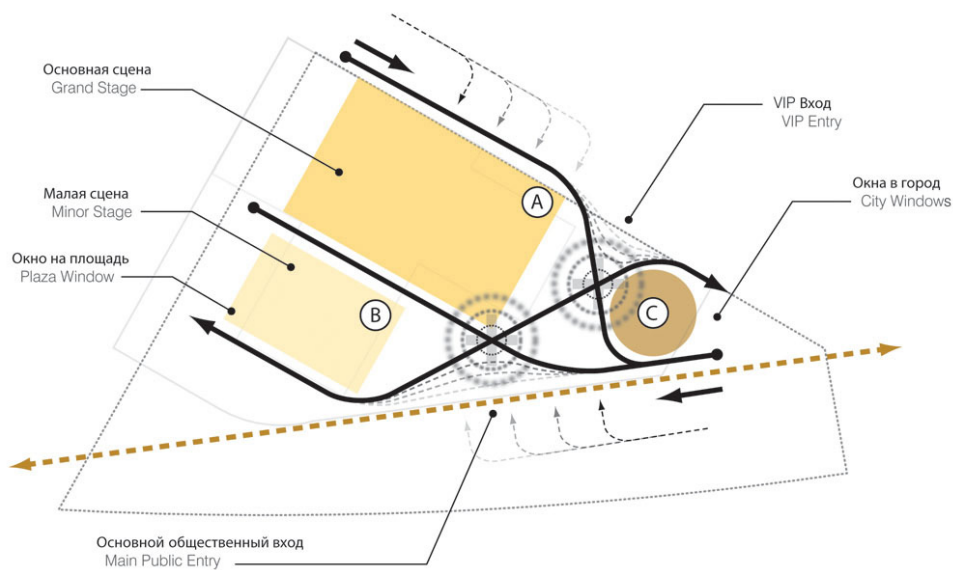
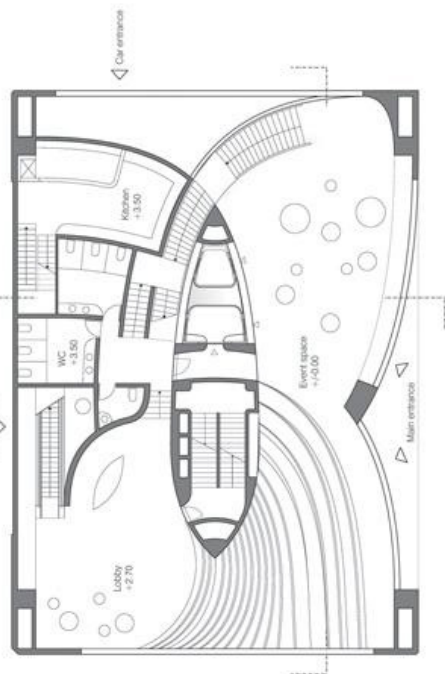


Рис. 2.1.2.1 (зліва та згори) Палац танців у Санкт-Петербурзі. Вхідні дані параметричної формотворчої моделі: акустичні вимоги та оточуюча забудова. Для візуальних зв'язків на фасадах застосований алгоритм перфорації.

Рис. 2.1.2.2 (справа та знизу) Бутік Луї Вуїтон бере за семіотичну основу графічний знак бренду та алгоритмізує його за принципом фрактальної самоподібності. На 2-му рівні подібності додається метод атрактору.



триваючих сполучень UN Studio - будинком у формі стрічки М'юбіуса та музеєм Мерседес Бенцу.

Театр Агора у нідерландському Леліштаді 2002-2007 років репрезентує інші зацікавлення голландських архітекторів - так би мовити, уявне формотворення, або оптичні ілюзії. Підхід такого роду забезпечений використанням багатогранної поверхні, перфоровані шари якої перекриваються створюючи ефект муару або калейдоскопічне враження (рис. 2.1.2.5). До структурного утворення будівлі найбільше відношення мають вертикальне фое та головні сходи, чітко розмежовуючи простір будівлі та визначаючи траєкторії й орієнтацію між театральним набором приміщень та конгрес-холлом [5]. В той час, як зовнішня оболонка бере натхнення у формах з калейдоскопу, параметричний підхід доповнюється аналітичним підбором кольорів забарвлення фасадові та інтер'єрного простору будівлі під час вивчення кольорів місцевого небосхилу - кольори оболонки взяті зі спектру сходу сонця над містом, а внутрішні барви будинку виходять з відтінків захмареного неба [4].

Ідея форми проекту **Лайтгауза** (Орхуського маяку) базується на вивченні геометрії відбиття світла від морських хвиль, для вивчення яких проводилася фотофіксація в гавані Орхуса - другого за величиною міста Данії [6]. На основі аналізу були побудовані ряди триваючих структур, які можуть комбінуватись між собою у варіативній послідовності, і які послуговували прообразом фасадів комплексу Орхуського маяку (рис. 2.1.2.4).

Сеульський **універмаг Галерія** 2003-2004 років належить до когорти тих проектів нідерландської майстерні, які спекулюють формою всередині форми, або уявним інтерактивом. 4330 скляних круглих панелей, розташованих на фасаді у вигляді луски вдень виблискують перламутровими відтінками [7]. Натомість вночі їх змушують світитися спеціально запрограмовані світлодіоди, які своїми сценаріями змінюють нічний вигляд центрального Сеулу та подекуди навіть здатні змінити поведінку випадкових перехожих, заманюючи їх всередину.

Павільйон Нового Амстердаму у Нью Йорку 2008-2009 років є подарунком уряду Нідарладів людям Нью-Йорку на честь 400-річчя дружніх взаємин та магнітом прогулянкової частини міста.

Формальна складова геометрії павільйону є більша постійність його центру та мінливість периметру як уособлення розгортання конструкції на всі чотири сторони світу, оскільки і сама будівля має зазначену кількість пелюсток (рис. 2.1.2.3). Краї павільйону набувають більшої текучості, дисперсності та розсіяності [4]. Фактично формотворення завязане на обтічній формі, що безшовно та безскладчато сполучається між собою за допомогою симетрії повороту, що робить схожим проект з монументом триваючого Мусоліні.

Узагальнення по ЮН Студіо. Голандські архітектори активно застосовують здобутки сучасної геометрії такі як атрактори, лінійні та дивні, з теорії фракталів (Флагманський магазин Луї Вуїтон, Театр танців), фрактальні ітеративні співвідношення (Лайтхауз, Орхуський маяк), підхід повної параметричної моделі (Музей Мерседесу), теселяцію поверхонь (Орхуський маяк), алгоритми візуальних ефектів (театр Агора, універмаг Галерія), використання геометрії контексту, комбінаторику, трансформацію руху (Павільйон Нового Амстердаму). Параметрично-алгоритмічне моделювання ЮН Студіо при своїй контекстуальній напруженості в результаті має концептуальний образ, що



Рис. 2.1.2.3 Павільйон Нового Амстердаму. Формотворення зав'язане на ефекті складки та триваючої деформації. Параметрична модель є контекстуально-вільною.

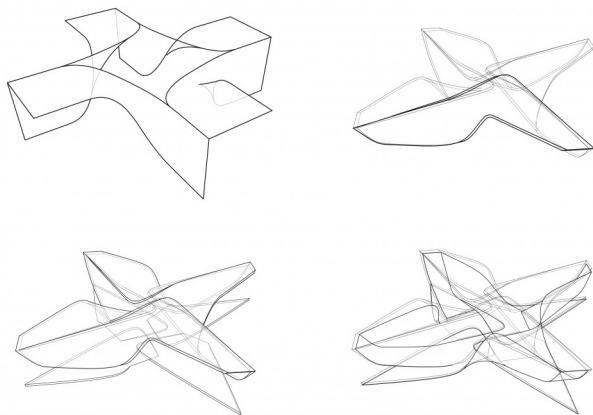


Рис. 2.1.2.4 Орхуський маяк (Лайтгауз). Початковими параметрами алгоритмів формотворення фасадів є досліджена геометрія хвиль Орхуської гавані.

Рис. 2.1.2.5 Театр Агора. Триангульований об'єм будівлі носить відбиток алгоритмічного підходу у забарвленні, а також вивченні ефектів муару та калейдоскопічності.

