

УДК 725.8 (045)

к.т.н., доцент Цой М.П., Цой О.М.,
Київський національний університет будівництва і архітектури

ІНТЕГРУВАННЯ ГРАФІЧНИХ ЗАСОБІВ MatLab В АРХІТЕКТУРІ

Розглянуто процес архітектурного проектування в цілому з акцентуванням уваги на принципах топологічної оптимізації параметричного моделювання. Представлені схеми та приклади простих архітектурних оболонок

Ключові слова: топологічна архітектура, архітектурна оболонка, оптимізація, параметризм.

Актуальність дослідження: В сучасній архітектурі активно використовуються нелінійні методи формування архітектурного простору, як новий принцип формоутворення архітектурного середовища. Змодельовані за допомогою комп'ютерних технологій, вони стають наразі найбільш виразливими та актуальними. Цивілізація прагне до створення нелінійних, унікальних об'єктів архітектури та дизайну, які можуть бути відтворені лише завдяки новим технологіям проектування і виробництва.

Зароджується нова концепція будівництва, що базується на реальності; разом з нею з'являється нове, змінене сприйняття простору. Різноманіття великої кількості прикладів нової архітектури, які вже існують, свідчить про ці зміни і про нові технічні засоби, що використовуються для їх вираження.

Процес архітектурного проектування об'єктів сучасності наближується до максимальної автоматизації, що значно спрощує роботу архітектора, підвищує продуктивність праці, поліпшує якість продукції.

У наш час ведеться пошук заходів, що призводять до спрощення методів отримання кінцевого продукту: при мінімальних затратах – отримати максимально оптимальний результат. Одним з таких рішень є топологічна оптимізація.

Етапи архітектурного проектування

На прикладі мережевої топології була розроблена схема для спрощення процесу проектування, який можна розбити на кілька важливих етапів

(Табл. 1):

Ідея (передпроектний етап) - включає в себе збір інформації та її ретельну обробку. В передпроектному етапі можна виділити кілька підетапів:

- складання програми проектування;

- бесіда з замовником (споживачем);
- вивчення нормативної та методичної літератури;
- вивчення спеціальної літератури.

Даний етап важливий тим, що від кількості та якості інформації буде залежати правильність і ефективність майбутнього проекту. На цьому етапі стимулюється творча ініціатива, створюється сприятливі умови для формування основної ідеї та концепції.

Ескізний етап - один з найважливіших етапів, який необхідно здолати на шляху до готового проекту. Це етап творчого пошуку, на якому відбувається виникнення і затвердження проектного рішення. У ході розробки проектною моделі об'єкта головним стає вміння досягати внутрішньої узгодженості, взаємозв'язку різних рішень. Процес розробки об'ємно-планувального рішення житлового будинку починається з «ідеї об'єкта» - головної думки автора. В її основі лежать художні образи, що відображають соціальні та космічні ідеї. Ідея будівлі повинна бути продуманою до найдрібніших деталей і містити в результаті алгоритм побудови архітектурної форми. В ході проектування всі приміщення, задані програмою, розбивають на групи. Правильне розміщення груп приміщень у будинку по вертикалі, що видно на розрізах будівлі, і на горизонталі, що проявляється на планах будівлі, визначається в залежності від їх функціональних зв'язків. В результаті виконання функціональних вимог отримуємо об'ємну структуру будівлі.

Проект – етап, що включає в себе конструктивну та інженерну складову (нормативи, затверджені в ДБН та СНіП)

Згідно цих норм, планування повинно відповідати вимогам громадської та протипожежної безпеки (надійні конструкції, вогнестійкі відсіки, брандмауери, відповідне рішення шляхів евакуації та ін.). Залежно від підібраних конструкцій несучого кістяка беруть крок, проліт, висоти поверхів. Планування будівлі знаходиться також у взаємозв'язку з прийнятою в проекті системою несучих, огорожувальних та ізолюючих конструкцій на основі модульної системи, типізації, уніфікації і стандартизації елементів будівлі. У результаті виникає внутрішня структура - архітектурно-просторова форма.

Останній етап – складання *робочої документації* (вирішення остаточних конструктивних та інженерних рішень, складання кошторисів).

Результат роботи - проект як елемент середовища, який в повному обсязі відповідає вимогам замовника. Основним завданням архітектурного проектування залишається пошук художніх образів, відповідних уявленням про гармонію, про майбутнє середовище проживання людини.

1.1. Загальні положення топологічної оптимізації.

В архітектурному проектуванні топологічна оптимізація представляє собою безперервний процес упорядкування та систематизування його етапів та компонентів. Процес являє собою закономірну залежність, яка сформована за принципом мережевої топології.(2,3)

Раніше для досягнення необхідного результату - побудови моделей, проектувальники використовували елементи геометрії з відомим значенням координат. Їх ручне редагування було трудомістким процесом та часто призводило до помилок. Технічна документація створювалась шляхом вилучення значення координат елементів моделі та створення 2D креслень на їх основі. У процесі вдосконалення методів комп'ютерної обробки з'явилась можливість об'єднувати окремі графічні елементи, формуючи з них більш складні компоненти(стіни, прорізи тощо). Моделі ставали більш інтелектуальними, а їх редагування спрощувалося. З'явилась можливість створювати елементи моделей складної форми на основі поверхонь та тіл.

Однак результатом все одно ставала модель з координатами елементів, яку було важко редагувати.

Модель практично не мала зв'язку з кресленнями, створеними на її основі: при зміні моделі їх доводилось формувати знову. Пізніше з'явилися системи, здатні підтримувати параметричне моделювання, сенс якого в параметризації елементів моделі. Принцип параметризм представляє собою побудову залежностей між формами, використання інструментарію програміста - «скриптів», невеликих програм-сценаріїв із записаною послідовністю операцій, результатом дії яких стає форма, що змінюється в залежності від введених параметрів. Параметрична модель поєднує 3D модель і зовнішні дані. Модель коректно поновлюється при зміні її окремих елементів. На її основі формується вся робоча документація. Всі елементи моделі пов'язані залежностями; при зміні моделі документація поновлюється автоматично.

(Рис. 1)

Узгоджена зміна моделі нагадує зміну ланок електронної таблиці, значення котрих задані формулами. Зміна в будь-якій ланці автоматично відображається у всій таблиці. Подібно до цього система параметричного моделювання забезпечує узгоджену зміну моделі будівлі та будівельної документації в реальному часі.

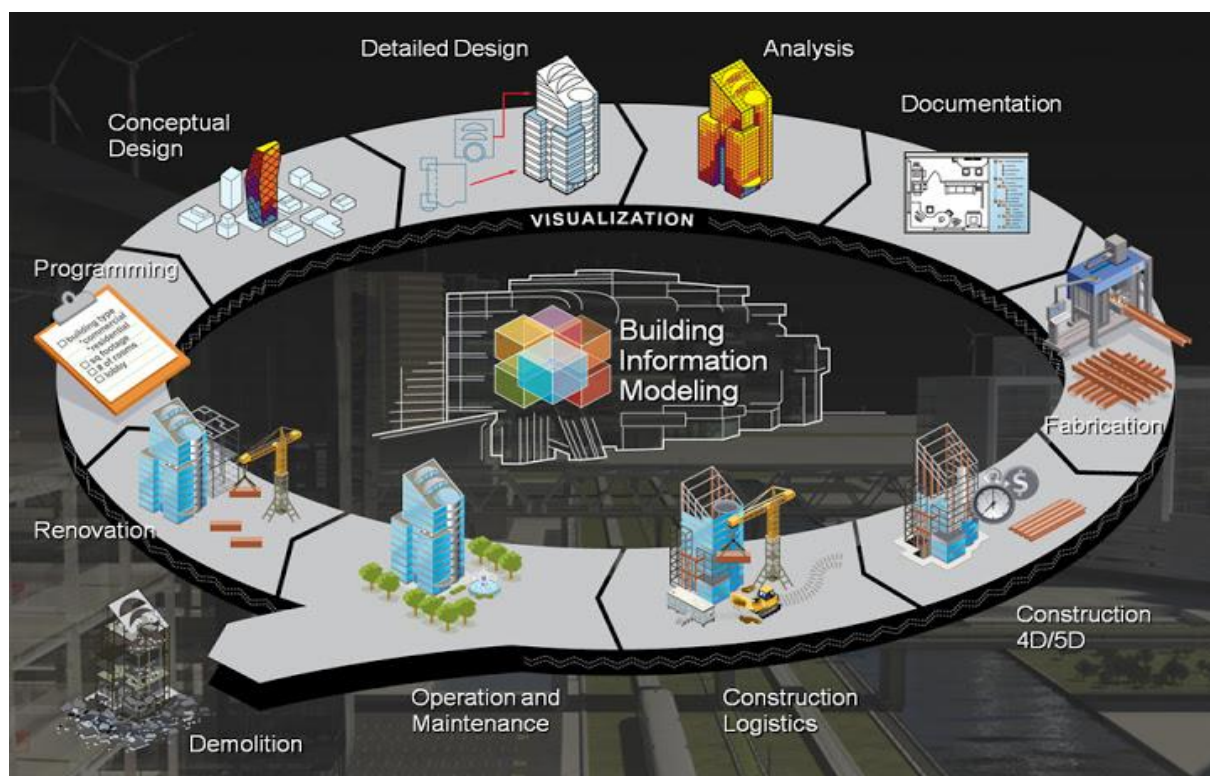


Рис.1 Процес параметричного моделювання.

Формули в електронних таблицях дозволяють автоматизувати розрахунок на основі внесених змін. Системи параметричного моделювання ведуть себе аналогічно, автоматизуючи випуск документації. Двонапрямна асоціативність та миттєве внесення змін в модель підвищують якість проектування та спрощують буденну роботу, пов'язану з проектуванням, розрахунками та формуванням документації.

Параметричне моделювання дозволяє зосередитись безпосередньо на проектуванні. Окрім спрощення самого процесу проектування, простота редагування параметричної моделі дозволяє ретельніше дослідити можливі варіанти проекту, що призводить до підвищення його якості.

Топологічна архітектура.

Завдяки параметричним принципам став можливим розвиток топологічної архітектури – комплексу знань та заходів побудови зовнішньої та внутрішньої форми спорудження з використанням топологічного морфінга-перетворень геометричної форми шляхом динамічних впливів: видавлювань, скручувань, деформацій, згинань та інших об'ємних трансформацій без розривів у віртуальному середовищі комп'ютерного моделювання.

Головним принципом такої архітектури є топологічна оптимізація (topology optimization) – математичний підхід, який вирішує проблему оптимального розподілення матеріалу в обмеженому просторі з урахуванням

діючих навантажень та граничних умов таким чином, щоб рішення задовольняло необхідні умови. При цьому аналіз конструкцій виконується методом кінцевих елементів, в той час як сама оптимізація може виконуватися одним з відомих методів оптимізації.

Частіше за все, отримані в результаті конструкції, хоч і являють собою оптимальні, можуть бути занадто дорогі та складні у виробництві. Цю проблему долають за допомогою введення в модель додаткових обмежень на отримані рішення.

Фактично, топологічна оптимізація зводиться до зменшення ваги конструкції шляхом видалення найменш включеного в роботу матеріалу. Найбільш вдалим прикладом є оптимальні поверхні, до яких можна віднести конструкції, створені за принципом мінімальних поверхонь.**(література)**

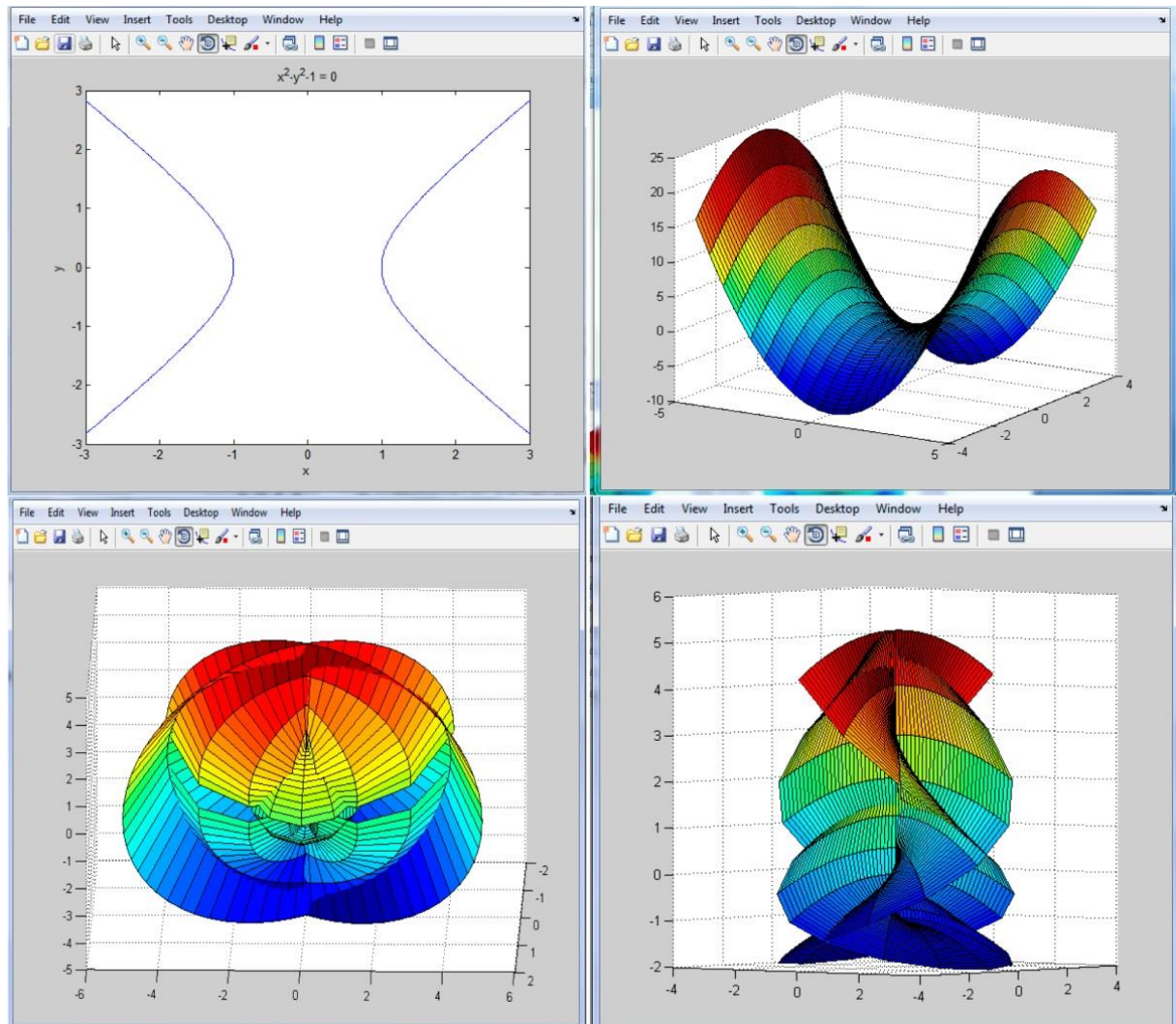
Аналіз сучасних програмних забезпечень параметричного моделювання.

Оптимальну форму елементів конструкцій та оболонок легко створити в програмах параметричного моделювання : MatLab, KS3DSurf, Revit, Grasshopper (Rhino), KengarroMatLab - це простий засіб для роботи з математичними матрицями, побудови функцій та створення робочих оболонок. У складі пакета MatLab є велика кількість функцій для побудови графіків, у тому числі тривимірних, їх візуального аналізу та створення анімованих роликів. Використовуючи програму MatLab, можна не лише будувати об'ємні моделі, а за допомогою методів інтегрування порахувати площу, об'єм, довжину дуги та інші геометричні параметри. А звідси знайти необхідну кількість матеріалу та зробити кошторисний розрахунок. (Рис.2)

Revit - це платформа параметричного моделювання з контекстним механізмом змін, що підтримує залежності між елементами. Одна частина залежностей задається користувачем, інша встановлюється програмою автоматично. Модель сприймає всі зміни, керуючись цими залежностями. При додаванні нових компонентів в модель Revit зберігає внутрішні залежності цих елементів, не вибудовуючи їх, проте, в якомусь певному порядку. Якщо елемент змінюється, програма сама визначає, які пов'язані з ним елементи вимагають модифікації, і яким способом це потрібно робити.

Grasshopper – програма інтерактивного моделювання, яка працює за принципом оптимізації форми, що моделюється.

Shellstar Pavilion від MATSYS, отриманий шляхом топологічної оптимізації у програмах параметричного моделювання. Процес його проектування можна розділити на декілька етапів (Рис.3,4)



а) двовимірна декартова,
в) сферична,

б) тривимірна декартова,
г) циліндрична.

Рис.2 Гіпербола у різних системах координат.



Рис.3 Shellstar Pavilion by MATSYS.

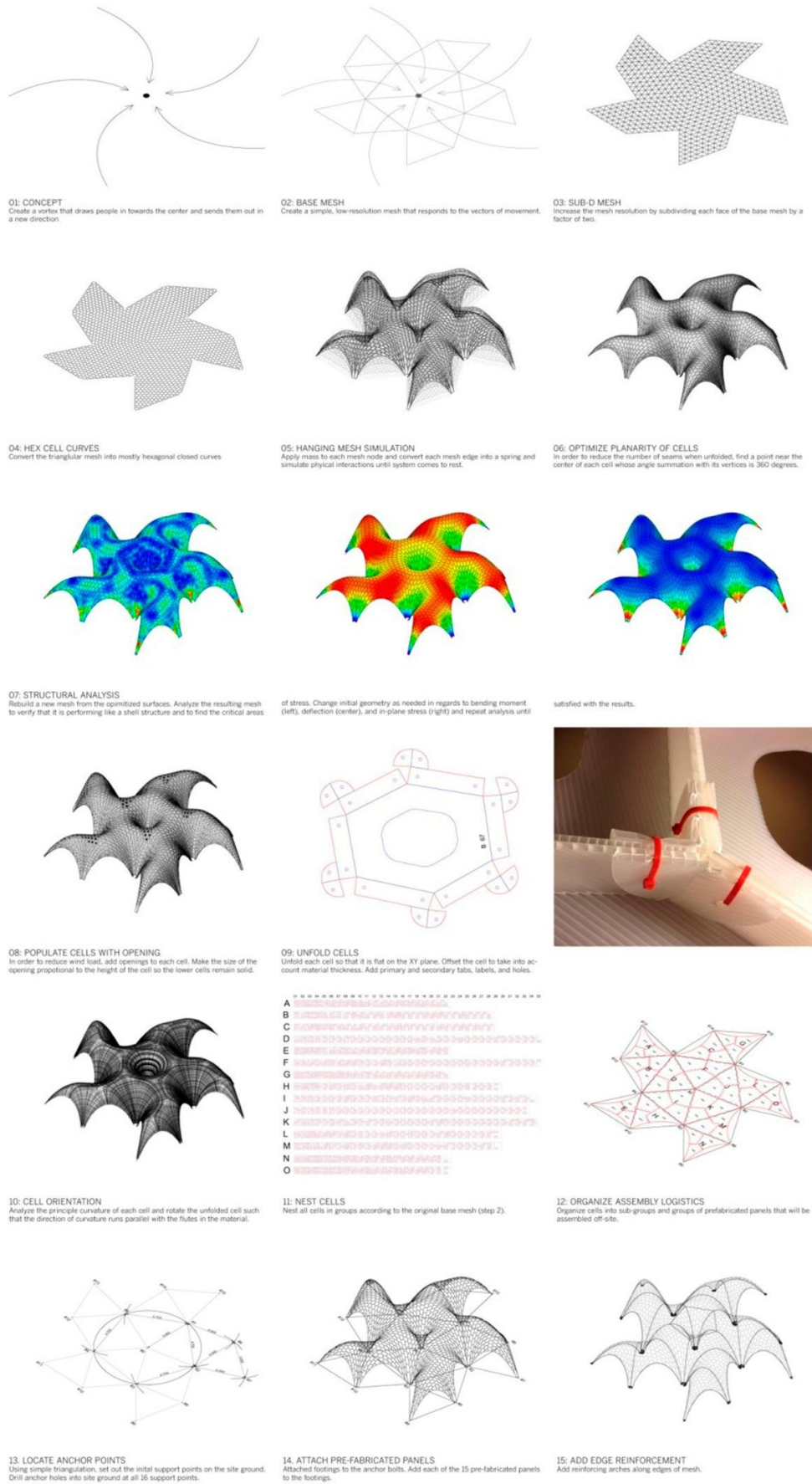


Рис.4 Алгоритм моделювання оболонки.

Алгоритм моделювання архітектурної оболонки

1. Концепт (створення вихрових ліній, які зображують рух людей).
2. Базова сітка (створення простої сітки, яка відповідає векторам руху).
3. Розділена сітка (збільшення ділення сітки шляхом поділу кожної грані базової сітки з коефіцієнтом 2).
4. Шестикутні ланки (перетворення трикутної сітки на криві шестикутні замкнуті лінії).
5. Підвісне моделювання сітки (прикладання маси в кожному вузлі сітки, моделювання фізичного впливу на систему, поки система не прийде у стан спокою).
6. Оптимізація площини ланок (для того, щоб зменшити кількість швів при розстановці ланок, знайти точку біля центру кожної ланки, кут нахилу якої в сумі з його вершинами 360^0).
7. Структурний аналіз (аналіз сітки на критичні області, зміни геометрії відносно моменту прогину у плоскості напружених місцях).
8. Заповнення ланок пустотами.
9. Розгортка ланок.
10. Орієнтування ланок.
11. Об'єднання ланок в групи.
12. Організація збору.
13. Розміщення опорних точок.
14. Скріплення спроектованих панелей.
15. Додавання ребер жорсткості.

Таким чином параметричне моделювання є одним з інструментів архітектурного проектування. Це відкрита система, в якій кожна з частин ланцюга є змінною та знаходиться у постійній залежності від інших і має певні властивості, а саме :

- керувати процесом проектування;
- вносити корективи;
- підвищувати кваліметричні характеристики.

Вказаний зв'язок системи дозволяє не лише реалізувати, але й упорядкувати та максимально оптимізувати процес проектування.

Слід також зазначити, що параметричне моделювання дозволяє зосередитись безпосередньо на архітектурному процесі. Окрім полегшення роботи проектувальника, простота редагування параметричної моделі дає

змогу дослідити всі можливі варіанти проекту, що призводить до підвищення його якості.

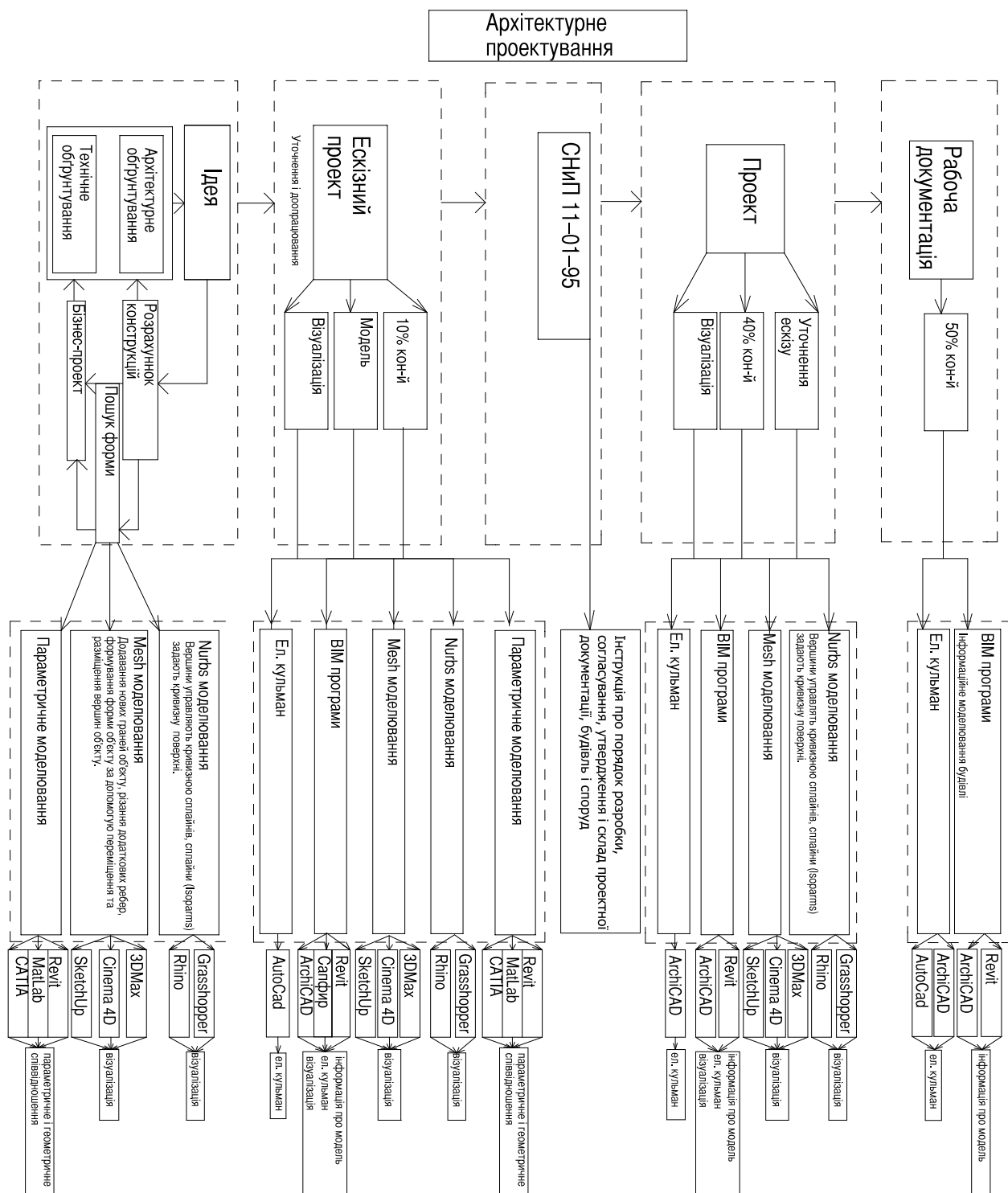


Табл.1

Список літератури:

1. Орильська, О. В. Сучасна зарубіжна архітектура: навч. посібник для студ. вищ. навч. закладів. - М.: Видавничий центр «Академія», 2007. - 272 с.
2. Болтянский В.Г., Єфремович В. А. Наглядна топологія. — М.: Наука, 1982.
3. Васильєв В.А. Введення в топологію. - М.: ФАЗІС, 1997.
4. Лазарев А.Г. Довідни кархітектора. — К.: Видавництво: «Фенікс», 2006.
5. Ентоні Хассел, Девід Бойл, Джеремі Харвуд. Сучасна архітектура. — М.: Видавництво: Арт-Джерело, 2010.
6. СНиП 11-01-95, «Інструкція про порядок розробки, согласування, утвердження і склад проектної документації, будівель і споруд». — К.: Міністрій Росії, 1995.
7. <http://www.rdh.ru>
8. <http://www.adme.ru>
9. [http:// www.postnauka.ru](http://www.postnauka.ru)

Аннотация.

Рассмотрен процесс архитектурного проектирования в целом с акцентированием внимания на принципах топологической оптимизации параметрического моделирования. Представлены схемы и примеры простых архитектурных оболочек.

Ключевые слова: топологическая архітектура, архитектурная оболочка, оптимизация, параметризм

Abstract.

It is considered the process of architectural design in general with emphasis on the principles of topological optimization of parametric modeling. The scheme and examples of simple architectural membranes were presented.

Keywords: topological architecture, architectural shell optimization, parametric.