

УДК 681.3.06

## ЗАСТОСУВАННЯМ МАШИНОБУДІВНИХ САПР В АРХІТЕКТУРІ І БУДІВНИЦТВІ НА ПРИКЛАДІ ПРОДУКТІВ AUTODESK

**Марченко М.В.. к.т.н., доц.**

*(Харківський національний технічний університет сільського господарства ім. П.Василенка)*

*В роботі розглядаються питання пов'язанні із застосуванням машинобудівних САПР в архітектурі і будівництві на прикладі продукту Autodesk - Revit Structure.*

Загальноприйнятий поділ САПР на MCAD і АЕС визначає сферу використання рішень, MCAD - машинобудування, АЕС - архітектура і будівництво. Однак на практиці, попри наявність на ринку багатого вибору цільових АЕС рішень - Allplan, і ArchiCAD, Revit, Vectorworks, деякі архітектурні та будівельні компанії використовують у своїй роботі саме MCAD-системи: CATIA, SolidWorks, Pro / ENGINEER, а також Inventor. Використовують не лише для виконання приватних інженерних розробок або проектування промислових об'єктів, а й в якості основного інструменту в цивільному будівництві.

Останнім часом все частіше використовуються MCAD системи для виконання проектних і конструкторських робіт в різних галузях будівництва, від невеликих споруд, до унікальних архітектурних об'єктів великої складності. У будинках, що проектуються в MCAD, використовуються різноманітні матеріали і технології, їх геометричні форми варіюються від раціонально-простих, до незвичайно елегантних. Можна виділити кілька причин, за якими саме MCAD системи є оптимальними для, невласливою їм області застосування:

- MCAD розвиваючись більш довгий час і вирішуючи складні завдання, в зв'язку з чим придбали більш потужні і в той же час гнучкі засоби геометричного моделювання, набагато досконаліші, ніж в традиційних ВІМ-системах.
- Параметричне моделювання будь-якого елемента конструкції і конструкції в цілому - обов'язкова функціональність сучасних MCAD
- MCAD мають багаті можливості по створенню конфігурації і варіантів проектів
- MCAD мають потужні вбудовані засоби проектування інженерних комунікацій: трубопроводів, електричних кабелів, вентиляції і т.п.
- Використання MCAD спрощує використання проектних моделей замовних і покупних компонент: ліфтів, ескалаторів, сходів, віконних та дверних блоків, систем кондиціонування і опалення, які самі зазвичай проектуються в MCAD.
- MCAD містять потужні засоби для виконання розрахунків різного

профілю: міцності, теплові, аеродинамічні, суміщені.

- Саме в MCAD найбільш розвинені засоби управління проектними даними (PDM) і управління життєвим циклом виробів (PLM), що дозволяють оперативно отримувати точну проектну та кошторисну документацію.

- Сучасні технології зведення будівель нерідко запозичені з машинобудування - виготовлення елементів заводським способом і подальше їх збирання з великоблочних елементів.

Тому, в ряді випадків доцільно застосування саме універсальних машинобудівних САПР або систем на їхній платформі, замість спеціалізованих архітектурних.

У зв'язку з цим цікаво розглянути цільове архітектурно-будівельне рішення на універсальній платформі Autodesk Revit. Точніше в її спеціальному рішенні для проектування будівельних конструкцій Revit Structure.

Autodesk Revit Structure - головний продукт Autodesk для проектування будівельних конструкцій, заснований на технології інформаційної моделі будівлі (рис.1).

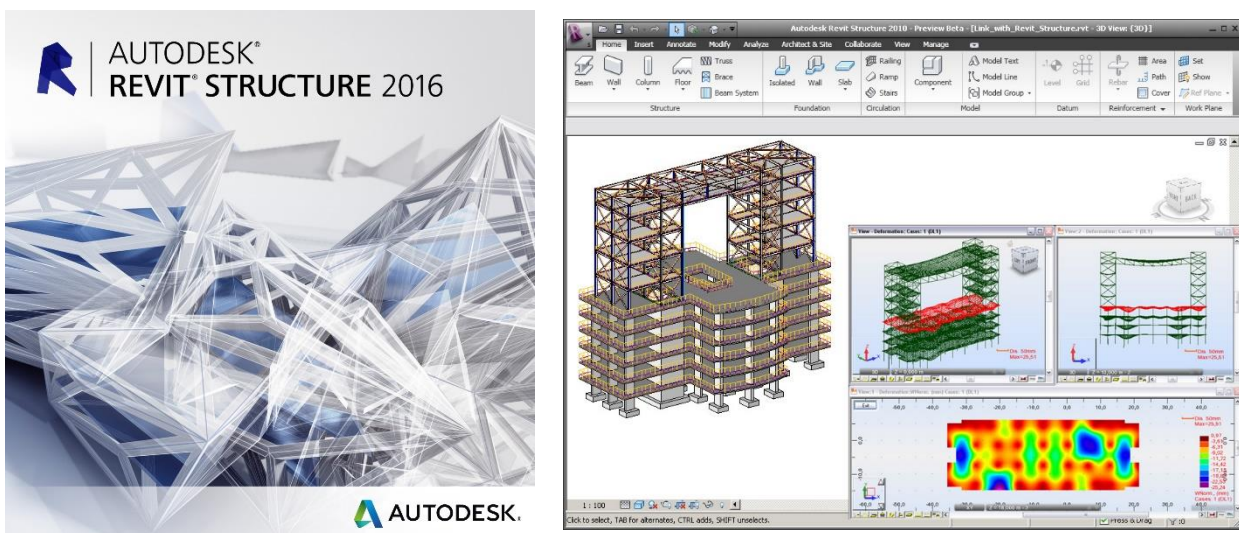


Рисунок 1 – Програма Autodesk Revit Structure

Найважливішою складовою Autodesk Revit Structure є поєднання твердотільної 3D-моделі і її аналітичного уявлення в розрахунковій схемі з урахуванням всіляких конструктивних деталей. Це дозволяє одночасно вирішувати кілька завдань: розробку варіантів конструкцій і відповідних розрахункових моделей до них, оцінку прийнятих рішень, конструювання деталей і виконання робочої документації.

Autodesk Revit Structure має засоби інтеграції з розрахунковим комплексом Robot Structural Analysis (рис 2) для підтримки двобічного зв'язку, що сильно прискорює підготовку і розрахунок різних варіантів конструкцій.

У Autodesk Revit Structure існує також двонаправлений зв'язок з AutoCAD Structural Detailing. Це дозволяє в короткі терміни виконувати робочу документацію по розробленим варіантам конструкцій.

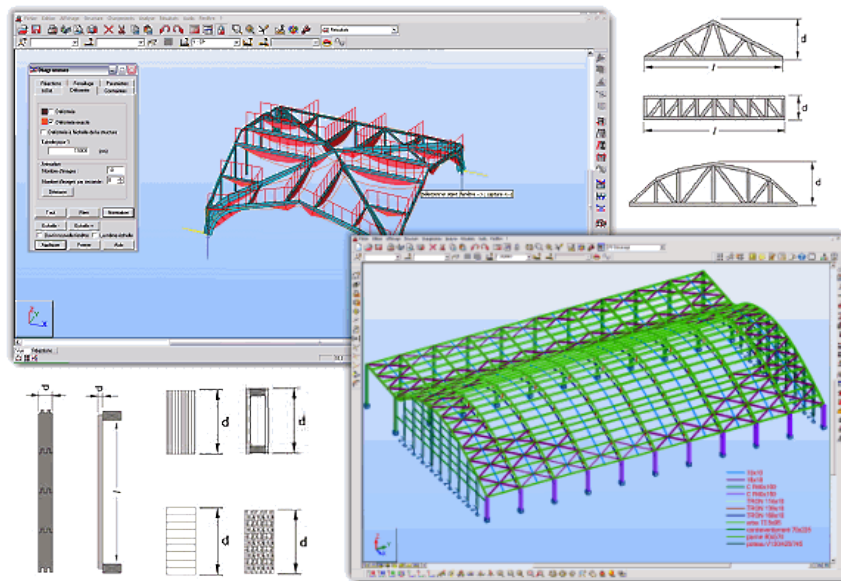


Рисунок 2 – Robot Structural Analysis

У проекті створення моделі несучі конструкції найчастіше представляють собою просторову фермову систему з легким покриттям.

Для комплексного виконання завдання проектування конструкцій в Revit Structure Civil 3D (рис 3) можна завантажити цифрову модель місцевості: рельєф і розташування під'їзних шляхів. Це дозволяє здійснити формат DWG. В Revit дані по місцевості для гарантії правильності розміщення конструкції на будівельному майданчику можна передавати в геодезичній системі координат.

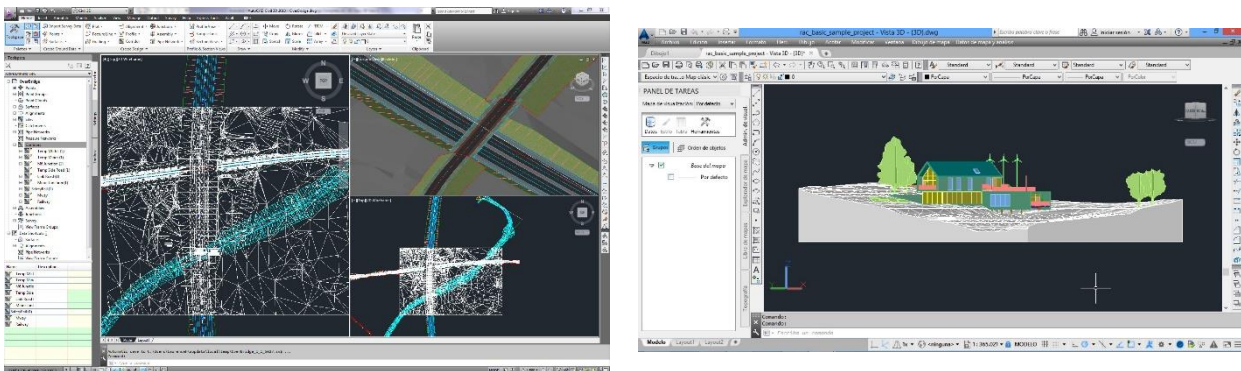


Рисунок 3 – Revit Structure Civil 3D

Також з Autodesk Inventor можна імпортувати 3D- моделі технологічного обладнання. При цьому використовується спеціальний формат файлу ADSK, що дозволяє обмінюватися даними між різними додатками. При використанні цього формату завантажуються об'єкт стає характерним елементом в середовищі Revit. Разом з ним переноситься не тільки вся геометрія обладнання, але і його основні характеристики: об'ємна вага, маса, виконавець та ін. Далі ці характеристики можуть використовуватися для більш точного завдання навантажень від устаткування, а також для документування об'єкта.

Після завантаження всіх необхідних даних по суміжних дисциплінах визначаються всі колізії і перетину. Для такого роду перевірки в Revit є



спеціальні інструменти.

Завдяки взаємозв'язку елементів конструкції перетину можна виправляти в одну дію. При зміні одного з конструктивних елементів, одночасно вирівнюються всі примикаючі балки, рефрені покриття майданчика і огорожа. А перетину одного об'єкта з іншим можна уникнути, просто помінявши позначку рівня площадки. При цьому автоматично змінять своє положення і вирівнюються всі елементи: несучі конструкції майданчика і примикаючі розкоси ферм.

При побудові 3D-моделі одночасно автоматично будується і розрахункова схема конструкції. При цьому кожному несучому елементу ставиться відповідне його аналітичне представлення. Для елементів каркасу - це стрижні, для плит перекриттів і стін - плоска аналітична модель. Є також великі можливості для побудови спеціальних елементів: жорстких зв'язків, жорстких вставок. Тут же, в Revit Structure, визначаються умови сполучення елементів і ступеня свободи, призначаються опори з можливістю завдання коефіцієнта пружності ґрунту. Важливим інструментом є створення і призначення різних видів навантажень і їх поєднань.

В Revit Structure передбачені спеціальні інструменти перевірки цілісності та адекватності розрахункової схеми.

Розрахунок моделі можна робити в розрахунковому комплексі Robot Structural Analysis.

Завдяки наявності двостороннього зв'язку вся схема коректно переноситься з урахуванням створених спеціальних елементів - жорстких зв'язків і вставок, а також всіх фізичних компонентів, завантажених, поєднань, опор і граничних умов.

Після розрахунку в Robot Structural Analysis можна спроектувати і підібрати перетин сталевих елементів, а також розробити вузли. Слід зазначити, що в Robot є широкі можливості оптимізації підбору перетину (по масі, з урахуванням різної геометрії перетину).

Тут же, в Robot Structural Analysis за отриманими результатами розрахунку напружено деформованого стану можна розробити рішення по фундаментах несучих конструкцій.

Завдяки наявності двостороннього зв'язку всі зроблені зміни відображаються в Revit Structure, при цьому користувач може відстежити, які елементи були змінені і які створені заново.

Для оформлення креслень використовується програмний продукт AutoCAD Structural Detailing (ASD). Це вертикальне рішення на базі AutoCAD, спеціально призначене для швидкого і зручного створення робочої документації робочих креслень (КМ, КМД, КЖ, Кжи). ASD поставляється в складі програмного продукту AutoCAD Revit Structure Suite. Двосторонній зв'язок між програмами забезпечила коректну передачу даних з Revit.

У ASD можна розробляти вузли металоконструкцій. Всього в ASD більше 60 типів вузлів, і є великі можливості по створенню індивідуальних з'єднань і обробки металоконструкцій. У ASD можна створити повну детальну

деталювальні 3D-модель конструкцій аж до тривимірних зварних швів і болтових з'єднань. ASD підтримує автоматичне позиціонування кожної деталі для кожного вузла, з чого згодом створюються відомості і специфікації. Креслення в ASD створюються автоматично за реальною 3D-моделлю.

Використовуючи Autodesk Revit Structure для створення проекту можна переконатися в ефективності і зручності роботи за новою технологією Autodesk. Разом з тим нова технологія накладає ряд вимог на самих проектувальників і змінює характер роботи інженера. Проектувальник тепер вже оперує не набором двомірних проєкцій, а повної моделлю реального об'єкта аж до кожної найдрібнішої деталі. Тепер в його завдання не входить докладний виконання креслень і специфікацій, це здійснюється автоматично. Але в той же час проектувальник вже не може дозволити собі втратити проектування тієї чи іншої деталі будівлі або споруди, що суперечило б новій технології. Він виступає свого роду будівельником віртуального об'єкта. А від нього рукою подати і до реального.

#### **Список літератури:**

1. МалюхВ. Н. Введение в современные САПР: Курс лекций. - М.: ДМК Пресс, 2010. -192 с.: ил.
2. Жадаев А. Г. Ж15 Наглядный самоучитель ArchiCAD 11. — СПб.: БХВ-Петербург, 2008. — 272 с.: ил
3. Ланцов Л. Л. Revit 2010: компьютерное проектирование зданий. Архитектура. Инженерные сети. Несущие конструкции. --- М.: ФОЙЛИС, 2009. - 628 с., ил.
4. [www.autodesk.ru](http://www.autodesk.ru)

#### **Аннотация**

#### **Применением машиностроительных САПР в архитектуре и строительстве на примере продуктов AUTODESK**

Марченко М.В.

*В работе рассматриваются вопросы связанные с применением машиностроительных САПР в архитектуре и строительстве на примере продукта Autodesk - Revit Structure.*

#### **Abstract**

#### **Application engineering CAD in architecture and construction for example AUTODESK products**

Marchenko M.V.

*This paper deals with the application you link with engineering CAD in architecture and building on the example of product Autodesk - Revit Structure.*