

ІНФОРМАЦІЙНА МОДЕЛЬ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД

Чищевой Є.О., гр. КМех-601м.

Науковий керівник – к.т.н., професор Балдук П.Г.

Анотація. В статті йдеться мова про порівнянням можливостей САD-систем та ВІМ-систем та створення інформаційної моделі існуючої будівлі .

Ключові слова: інформаційні моделі споруд, САD-система, ВІМ-система.

Об'єкту модель з використанням САD-систем та ВІМ-систем можливо створити з існуючої бази даних та використовувати її потім як в заданому стані, так і налаштувати ряд аспектів цієї моделі. Створена модель важлива не сама по собі, а як інструмент, який полегшує пізнання або наочне уявлення об'єкта.

САD-система (*computer - aided design* або комп'ютерна підтримка проектування) - це система автоматизованого проектування, яка призначена для виконання проектних робіт із застосуванням комп'ютерної техніки, а також яка дозволяє створювати конструкторську і технологічну документацію на окремі будівлі і споруди. Головне завдання, яке вирішують САD-системи, - це підвищення продуктивності праці інженерів.

Використання систем автоматизованого проектування САD дозволяє :

- понизити трудомісткість процесів;
- скоротити терміни підготовки проектів;
- понизити собівартість праці інженерів і кінцевої продукції;
- підвищити якість і техніко-економічний рівень проектування;
- зменшити витрати на моделювання і випробування зразків.

У рамках поставлених завдань САD-системи допомагають автоматизувати оформлення документації, забезпечити інформаційну підтримку ухвалення рішень, уніфікувати проектування, повторно застосовувати проектні напрацювання, що використалися, підвищити якість управління прикладними процесами.

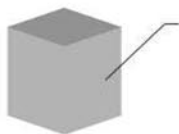
Інформаційне моделювання споруд ВІМ (*building information modeling*) - процес колективного створення і використання інформації про споруду, що формує надійну основу для усіх рішень упродовж життєвого циклу об'єкту (від самих ранніх концепцій до робочого проектування, будівництва, експлуатації і зносу).

У середовищі BIM-проектування прийняті п'ять основних рівнів опрацювання моделі (LOD) :

LOD (**levels of detail** - рівні деталізації) - прийом в програмуванні тривимірної графіки, що полягає в створенні декількох варіантів одного об'єкту з різними мірами деталізації, які перемикаються залежно від видалення об'єкту від віртуальної камери. Інший метод полягає у використанні однієї основної, "грубо наближеної", моделі і декількох зовнішніх надбудов до неї. Кожна подальша надбудова до основної моделі доповнюється елементами деталізації пропорційно номеру надбудови. Тобто на найбільшій відстані відобразатиметься єдина головна модель об'єкту. З наближенням же останнього до камери гравця до конвеєра відтворення послідовно підключатимуться подальші надбудови деталей.

• LOD 100 - проста категорія, покликана для розробки концепцій. На виході ми отримуємо загальну концепцію проєктованого об'єкту, його зразкова форма і габарити, і умовне положення в просторі.

LOD 100

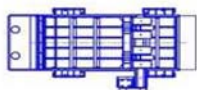
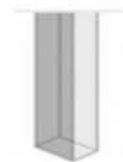


Атрибути:
- Довжина
- Ширина
- Висота
- Об'єм
- Площа

LOD 200



Атрибути:
- Довжина
- Ширина
- Висота
- Об'єм
- Площа
- Форма
- Орієнтація



• LOD 200 - на цьому етапі ми визначаємося з умовною формою і розмірами, для будівель виконуємо вертикальне розбиття на рівні (поверхи), маємо уточнене позиціонування об'єкту на розміщуваний

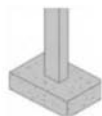
території. Проектований об'єкт "обростає" подробицями, у будівлі з'являються стіни, перегородки, перекриття і інші конструктивні елементи з умовною товщиною і матеріалами. Модель об'єкту набуває готової форми, ми можемо порахувати кількість основних елементів, але інформації ще недостатньо.

• LOD 300 - або умовно стадія "Проектна документація". Ми маємо повні характеристики усіх конструктивних елементів, можемо зібрати з моделі усю необхідну інформацію для випуску проектної документації, при цьому виключаються помилки в підрахунку, адже специфікуються усі елементи, що знаходяться в моделі, і тільки ті елементи, які в моделі є присутніми. Процес збору даних відбувається практично миттєво і точно. Це є результат, який був не можливий при класичній схемі проектування. Так само ми маємо усі необхідні дані по суміжних розділах, можемо передбачати можливі перетини і проблемні ділянки. Слід зазначити, що при внесенні будь-яких коригувань в модель, зміни вносяться в специфікації автоматично, з мінімальною участю розробника (чи взагалі без його участі).

• LOD 400 - або умовно стадія "Робоча документація". На цьому етапі на виході ми маємо повну модель об'єкту з високою мірою деталізації. Опрацьовано кожен вузол і виключені перетини інженерних систем. На цьому етапі в модель вноситься уся інформація про використані конструкції, устаткування і матеріали.

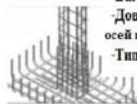
• LOD 500. Цей рівень опрацювання моделі призначений для подальшої її передачі в службу експлуатації. Це якнайповніша модель з усіма фактичним розмірами, чіткими зв'язками, прив'язками і має максимально повні дані по елементах моделі.

LOD 300



- Атрибути:
- Довжина
 - Ширина
 - Висота
 - Об'єм
 - Площа
 - ДБН
 - Профіль
 - Матеріал
 - Вага
 - Площа перерізу
 - Виробник

LOD 400



- Атрибути:
- Довжина
 - Ширина
 - Висота
 - Об'єм
 - Площа
 - Тип зварювального шва
 - Марка кріплення
 - Кількість кріплення
 - Вага кріплення
 - Довідкові величини для осей профілю
 - Тип монтажу

LOD 500

Переваги впровадження BIM-систем:

- Управління процесами будівництва в реальному часі, контроль підрядників, відстежування ключових показників і термінів у будь-якому потрібному масштабі - від стратегічного до рівня конкретного робітника на тій або іншій ділянці.

- Контроль усіх змін в проекті, оперативний перерахунок усіх показників при редагуванні моделі, у тому числі об'єм необхідних матеріалів, трудовитрат, терміни виконання робіт, бюджет.

- Автоматизоване управління усією будівельною технікою, аж до автоматичного регулювання робочого органу (відвала, ковша та ін.) на основі завантажених в машину проектних даних і практично без участі оператора.

- Інструменти проектування дозволяють на етапі перед проектної підготовки змоделювати різні варіанти створення об'єкту, вибрати оптимальний з них.

- Аналітичний інструментарій дозволяє на усіх етапах отримувати оперативну аналітичну інформацію, забезпечує замовника актуальними даними для стратегічного моніторингу і планування.

- Точний розрахунок витрат на експлуатацію і обслуговування об'єкту на основі зібраної воедино інформації з різних джерел і даних отриманих з етапу будівництва

- Створення бази усіх підрядників, єдине управління договорами, бухгалтерською документацією програмами розвитку будівництва.

BIM-система має дві головні переваги перед CAD-системою:

I. Моделі і об'єкти управління BIM-систем — це не просто графічні об'єкти, це інформація, що дозволяє автоматично створювати креслення і звіти, виконувати аналіз проекту, моделювати графік виконання робіт, експлуатацію об'єктів і так далі. BIM-система надає колективу будівельників необмежені можливості для ухвалення найкращого рішення з врахуванням всіх наявних даних.

II. BIM-систему підтримує розподілені групи, тому люди можуть ефективно і спільно використовувати цю інформацію впродовж всього життєвого циклу будівлі. Цей факт виключає надмірність, повторне введення або втрату даних, помилки при їх передачі і перетворенні.

Autodesk Revit, або просто ПК Revit – сучасний програмний комплекс, що реалізовує принцип інформаційного моделювання будівель (BIM). Він призначений для архітекторів, проектувальників несучих конструкцій і інженерних систем. Надає можливості тривимірного моделювання елементів будівлі і плоского креслення елементів оформлення, створення об'єктів призначених для

користувача, організації спільної роботи над проектом, починаючи від концепції і закінчуючи випуском робочих креслень і специфікацій.

Створення інформаційної моделі будівлі за допомогою програмного комплексу Autodesk Revit

Побудову інформаційної моделі починаємо з створення попереднього ескізу об'єкту, зображуючи зовнішні та внутрішні границі його приміщень. При цьому, зручно орієнтуватися по розмірах, за потребою розміри вводимо в ручному режимі. Де потрібно, маємо можливість легко пересувати необхідні елементи.

Потім показуємо на кожній площині зону, використовуємо зони для більш зручного створення поверхових планів. Отримуємо специфікації по цих зонах. В специфікаціях підсумовуються площини усіх приміщень об'єкту по категоріям та їх загальна площа. Як тільки йде будь-яка зміна об'єкту (або межі приміщень), відбувається автоматичний перерахунок в усіх попередньо створених специфікаціях.

Після плану зонування створюємо об'ємний ескіз будівлі. За допомогою функції ПК Revit «формотворні» зручно робити не типові, складні об'єкти. Ці об'єкти можуть застосовуватися, як для оцінки габаритів будівлі, так і по ним можна отримувати готові конструкції, які звичайними засобами моделювання важко створити.

Коли об'ємна форма будівлі готова, задаємо остаточні границі. В якості границь вибираємо граничні лінії будівлі. Ця функція ПК Revit зручна тим, що при будь яких змінах у плані, ескіз будівлі також буде автоматично змінюватися. Це дає можливість побачити загальну концепцію будівлі.

Після завершення опрацювання концепції, можна перейти до створення сітки осей і рівнів. Для створення осей в ПК Revit є спеціальний інструмент. Зручно розміщувати осі відносно одну до однієї кроком за допомогою команди «масиву». Так само й для створення рівнів є спеціальний інструмент. Як тільки створюємо рівень, то автоматично створюється план поверху. При його наступному перейменуванні зміни автоматично відбуваються в диспетчерові проекту.

По необхідності створюємо будівельні примітиви: колони, стіни чи перекриття. У створеному ескізі по сіткам (вертикальним і горизонтальним), можливо задавати колони на перехрестях сітки. Для створення стіни можна виконувати дії вручну, по існуючим лініям границь за допомогою команди «вибір лінії». По гранях зонування

створюємо межу перекриття. В кінці отримуємо модель поверху у реальному часі.

Література

- [1] <http://asapcg.com/press-center/articles/cad-sistemy/>
- [2] <https://www.autodesk.ru/campaigns/aec-building-design-bds-new-seats/landing-page>
- [3] <https://www.croc.ru/solution/business-solutions/bim/>
- [4] <https://doprof.ru/professii/bim-texnologii-v-proektirovanii.-chto-eto-takoe-i-v-chem-ix-preimushhestva/>
- [5] <http://www.maspro.ru/uslugi/bim/chto-nuzhno-znat-zakazchiku-o-bim/uroven-prorabotki-modeli-lod/>

УДК 624.04

ТОПОЛОГІЧНА ОПТИМІЗАЦІЯ

Шалько О.О.

Науковий керівник – к.т.н., професор Сорока М.М.

Анотація. Розглядається топологічна оптимізація конструкцій за допомогою програмного комплексу ANSYS. Критерієм оптимальності є мінімальна об'єм матеріалу конструкції.

Ключові слова: топологія, топологічна оптимізація, ANSYS.

Задачі раціонального розподілу матеріалу в конструкціях виникли з того самого моменту, коли людство почало зводити інженерні споруди. Але і на сьогоднішній день ця проблема є актуальною. Перед інженерами і архітекторами стоїть задача проектування архітектурно виразних, надійних і дешевих будівель і споруд. І ця задача може мати розв'язок за умови використання методів оптимізації у проектуванні несучих конструкцій. Розвиток програмних комплексів і комп'ютерної техніки може значно спростити проектування оптимальних конструкцій.

Метою роботи є оптимізація конструкцій із точки зору їх топології. Це досягається раціональним розподілом матеріалу по області конструкції, тобто, видаленням матеріалу із найменш напружених областей конструкції і зосередженням матеріалу у зонах концентрації напружень.

Топологічна оптимізація це підхід, що дозволяє знайти найкраще розподілення матеріалу в заданій області для заданих навантажень і граничних умов. Використання топологічної оптимізації на етапі