

УДК 004.021:004.92

ВІМ ТЕХНОЛОГІЇ ЯК ІНСТРУМЕНТ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОГО БУДІВНИЦТВА

Гаврилюк С. В.¹, інж.-проектув. систем ОВіК, Адегов О. В.², к. т. н., доц.,

Ляховецька-Токарєва М. М.³, к. т. н., доц., Матюхіна О. О.⁴, магістр

ТОВ «Енергоефективні рішення»,

Придніпровська державна академія будівництва та архітектури

[1 s.v.gavr28@gmail.com](mailto:s.v.gavr28@gmail.com); [2 adehov.oleksandr@pdaba.edu.ua](mailto:adehov.oleksandr@pdaba.edu.ua);

[3 lyakhovetsky-tokareva@pdaba.edu.ua](mailto:lyakhovetsky-tokareva@pdaba.edu.ua)

Постановка проблеми. Останні події які переважно пов'язані з повномасштабною війною в якій опинилася Україна, показують наскільки корисно було б мати в будь який період часу повну інформаційну модель, що могла б містити в собі повний спектр інформації про об'єкт.

В Україні вже певний час розвиваються науково-дослідницькі напрями в будівництві «енергоефективні будівлі та споруди», «екологічні будівлі та споруди», «системи інтелектуального керування будівлями та спорудами».

Всі ці підходи використовуються в Європі для створення комфортного мікроклімату у приміщеннях та ефективного використання енергії зовнішнього середовища, для України ці методи та підходи стануть в нагоді під час відновлення житлового та промислового комплексу.

Для вирішення практичних задач енергозбереження будівель та споруд, використовуються такі методи як, використання ефективних теплоізоляційних матеріалів, енергоекономічних конструкцій зовнішніх стін, використання енергоефективного обладнання систем ОВіК такого як теплові насоси типу «повітря-вода», припливно-витяжні вентиляційні установки з рекуперацією тепла, системи теплопостачання пов'язані з використанням альтернативних джерел енергії, але ефективність цих рішень можна оцінити лише після виконання цих процедур, тому в сучасному в світі все більше починає використовуватись інформаційне моделювання.

Мета роботи полягає в дослідженні методів підвищення енергоефективності будівлі або споруди та можливостей сучасного інформаційного моделювання (ВІМ) для досягнення необхідних показників енергоефективності.

Основна частина.

Building Information Model (BIM) – це новий підхід до проектування і створення документації будівельних об'єктів.

Моделі ВІМ мають деякі переваги над звичайними методами проектування, а саме:

Вкладена інформація – в модель можна завести будь яку інформацію, як технічні так і загального характеру, і вона буде незмінна для цієї моделі впродовж повного циклу роботи.

Геометричні параметри – геометричні габарити об'єктів надійно визначаються, та повністю відповідають реальній структурі внутрішньої будови.

Комплекси та взаємодоповнюючі функції – всі об'єкти які знаходяться в моделі мають свої заздалегідь визначенні властивості (властивості матеріалів, технічні параметри як матеріалів так і обладнання, або інші загальні параметри такі як, ціни, дати технічного обслуговування, тощо).

Всі такі параметри можна використовувати в модифікованих, доповнюючих, і спеціалізованих форматах типу IFC, всередині своєї моделі так і поза неї, для роботи з іншими ВІМ орієнтованими програмними комплексами.

Велика кількість семантичних зв’язків – модель встановлює та використовує відносини та взаємозалежності між об’єктами, такі як, «містяться», «залежать від», «є частиною» та інші.

Ці зв’язки допомагають координувати між собою велику кількість даних, які містяться у моделі, при «вкладанні» однієї моделі в іншу.

Технологія BIM моделювання базується на принципі об’єктно-орієнтованих параметричних моделях.

Такий принцип дає змогу на різних етапах роботи над проектом мати окрему модель для кожного з розділів, яка буде нести в собі всю необхідну інформацію для сумісної роботи усіх відділів [1; 2].

Інформаційне моделювання має дві суттєві переваги над CAD проектуванням:

1. BIM моделювання – це не тільки графічні об’єкти, але й інформація яка забезпечує автоматичну генерацію різних видів креслень в залежності необхідної інформації (монтажні схеми, зведені схеми, плани монтажу та демонтажу, аксонометричні схеми, схеми електрозабезпечення), звітів та специфікацій до них.

2. Принцип інформаційного моделювання підтримує методи розподілених груп, тобто окремі люди або проектні групи мають змогу використовувати інформаційні моделі незалежно один від одного, а всі зміни одразу синхронізуються у загальному файлі.

Одним із основних способів енергозбереження в житлових та громадських будівлях є підвищення теплоефективності огорожувальних конструкцій, використання енергоефективних інженерних систем, можливість використання відновлювальних типів енергії [1; 2].

Проблема підвищення енергоефективності в будівлях є актуальною, але складною як в Україні, так і за кордоном.

Підвищити рівень енергоефективності будівлі, можна декількома заходами:

Сучасні теплоізоляційні матеріали – при проектуванні споруди необхідно підбирати теплоізоляційні матеріали таким чином аби вони мали хороші показники коефіцієнту теплопровідності в межах до 0,175 Вт/м·К та відповідали вимогам ДБН.

Правильне архітектурно-планувальне рішення – в цьому пункті необхідно враховувати орієнтацію будівлі, місці розташування будівлі, існуючу забудову навколо об’єкту. Від цих параметрів залежить кількісне значення сонячної радіації, вітрових характеристик та опадів, які на пряму впливають на рівень енергоефективності будівлі або споруди.

Використання енергозберігаючих систем ОВіК – для підвищення рівня енергоефективності рекомендується використовувати системи вентиляції з механічним спонукання та рекуперацією тепла, що призводить до зменшення тепловтрат.

Також рекомендується використовувати обладнання яке витрачає енергії менше ніж виробляє, наприклад теплові насоси.

Для зменшення викидів CO₂ та грошових витрат рекомендується використовувати в якості джерела систем тепlopостачання відновлювальні типи енергії (сонце, вітер, геотермальна енергія, енергія води) [3].

Автоматизація систем ОВіК – сучасні системи автоматизації та контролю клімату повністю будівлі або окремих приміщень дозволяють дотримуватись заданих параметрів мікроклімату без участі людини.

Можливості систем автоматизації ОВіК безмежні, вони можуть працювати як в погоду залежному графіку (коли обладнання зменшує свою потужність або навпаки збільшує в залежності від температури зовнішнього середовища), або по графіку

вашого знаходження дома, такі можливості дають змогу уникнути зайвого часу роботи систем, та привести до грошової економії.

Останнім часом в системах автоматизації широке використання отримало обладнання з використанням штучного інтелекту (ШІ).

Таке обладнання спроможне до самонавчання, щоб в чітко заданий часовий проміжок в приміщення були отримані задані параметри мікроклімату.

ВІМ дає змогу спрогнозувати та мінімізувати експлуатаційні витрати та створити енергоефективні та «зелені» об’єкти та ще на стадії проектування провести аналіз моделі на екологічність та енергоефективність.

Це можна зробити за допомогою інструментів хмарного обчислення таких як Autodesk Insight.

Autodesk Insight – хмарний сервіс для виконання моделювання енергоспоживання та енергоефективності будівлі на основі аналітичної моделі.

Даний хмарний сервіс дозволяє працювати з показниками ефективності, контрольними факторами та специфікаціями у реальному часі за допомогою, причино-наслідкових зв’язків.

Для роботи з сервісом необхідно створити аналітичну модель будівлі (споруди) у Revit, та задання їй основних параметрів енергоспоживання і завантаження моделі у сервіс.

Autodesk Insight дозволяє в реальному часі перевірити оптимальність орієнтації та місце розташування будівлі, за допомогою використання точного GPS налаштування.

Після чого користувач має змогу розрахувати кількість сонячної радіації яка буде потрапляти до приміщення через світлопрозорі конструкції в залежності від їх розташування та орієнтації, навіть якщо в моделі вони мають інші параметри та на основі цих розрахунків підібрати систему кондиціонування [4].



Рис. 1. Можливість перевірки оптимальності орієнтації будівлі та вікон

Хмарний сервіс **Autodesk Insight** дозволяє виконати перевірку розробленої моделі будівлі на оптимальність вибору архітектурно-планувальних рішень, складу огорожувальних конструкцій на наявність нещільності за рахунок яких можуть утворюватися інфільтраційні потоки повітря.

Якщо ваша аналітична модель має в своєму складі розроблені системи ОВіК, **Autodesk Insight** дозволяє виконати розрахунок енергоефективності обладнання, з використанням саме того обладнання яке ви запроектували.

Для підвищення енергоефективності будівлі (споруди) хмарний сервіс може виконати розрахунок встановлення сонячних панелей або колекторів, в розрахунку він зможе видати вам значення продуктивності таких систем, їх вартість, а також показник економічного ефекти від встановлення систем з використанням відновлювальних джерел енергії.

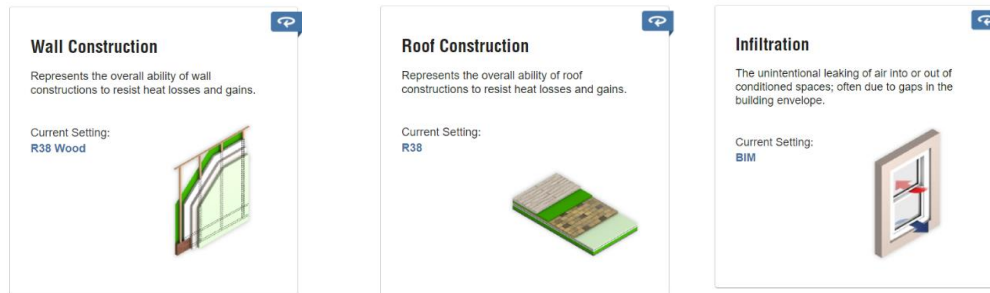


Рис. 2. Можливість перевірки конструкційних елементів будівлі

Після виконання усіх необхідних вам розрахунків, сервіс може видати значення енергоефективності аналітичної моделі та порівняти його з еталонними показниками інших будівель [4].

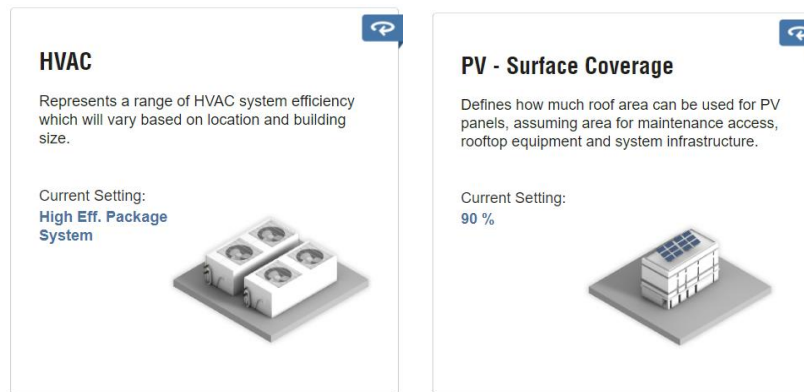


Рис. 3. Розрахунок енергоефективності систем ОВіК

Висновки. З подальшим розвитком та використанням BIM технологій в Україні є реальна можливість проектувати та будувати енергоефективні, «зелені» будівлі, які будуть відповідати європейським стандартам. BIM моделювання дає змогу ще на етапі проектування та узгоджена проекту між різними відділами, знаходити та використовувати оптимальні варіанти використання як природних ресурсів так і ефективного технологічного обладнання, для створення екологічно чистих та енергоефективних будівель

З точки зору наукового підходу, використання BIM технологій та можливостей програмних комплексів моделювання енергоспоживання та енергоефективності дають змогу поглибити дослідження конструктивних елементів будівлі, теплоізоляційних матеріалів та технологічного обладнання як єдиного живого організму.

Список використаних джерел

1. Гоц Х. М. Використання сучасних технологій САПР для проектування енергоефективних будівель. *Управління розвитком складних систем* : зб. наук. вид. 2010. № 2. С. 100–106. URL: <https://urss.knuba.edu.ua/files/zbirnyk-11/100-106.pdf>.
2. Трач Р. В. Інформаційне моделювання в будівництві (BIM) : сутність, етапи встановлення та перспективи розвитку. *Глобальні проблеми економіки*. 2017. № 16. С. 490–495. URL: <http://global-national.in.ua/archive/16-2017/99.pdf>.
3. Чуприна Х. М. Інтегрована єдина енергетична модель будівлі. *Управління розвитком складних систем* : зб. наук. пр. 2014. № 17. С. 125–131. URL: <https://repository.knuba.edu.ua/handle/987654321/7032>.
4. URL: <https://insight.autodesk.com/OneEnergy/>