

УДК 004, 378, 72.01, 721.021, 721.024

О. В. Левченко,*канд. арх., доцент каф. Інформаційних технологій в архітектурі КНУБА***А. В. Михайленко,***канд. арх., доцент каф. Інформаційних технологій в архітектурі КНУБА*

ТЕХНОЛОГІЇ BIM ТА ЗАСОБИ ОБМІНУ ДАНИХ В ФОРМАТІ IFC

Анотація: викладені основні методи дослідження інформаційної складової архітектурних систем (BIM). Матеріал містить критерії та ознаки формування інформаційних моделей, методику застосування універсальних засобів збереження BIM інформації, характеристику структури даних IFC.

Ключові слова: BIM, openBIM, інформаційні технології в архітектурі, IFC.

Актуальність дослідження. Ініційована стрімко зростаючими продуктивністю комп'ютерів, програмним забезпеченням і мереж, обумовлена значною складністю і глобалізацією завдань будівництва – BIM-обмін даними, знову істотно збільшив своє значення.

У зв'язку з цим ключові слова BIM (Building Information Modelling - Інформаційна модель будівлі, або Інформаційне моделювання будівлі) і openBIM для розвитку проекту і зведення воедино всіх показників, що відносяться до проекту, в центральній базі даних – найбільш актуальні. Для багатьох договорів проектування в будівельній галузі вони перетворилися в стандарт.

Для побудови та технічного обслуговування моделі BIM системи Allplan, ArchiCAD, Revit пропонують в якості відкритої платформи зі своєю структурою даних, орієнтованої на будівельні елементи - ідеальну базу. На її основі створюється центральна модель будівлі і керується нею, застосовуючи всю інформацію про проектування, втілення та експлуатацію об'єкта будівництва.

Метою сучасних розробок є з'єднання всіх специфічних аспектів галузі, таких, як графічне визначення обсягів і планування витрат, управління нерухомістю, формування інженерних систем і конструювання, - в модель будівлі, нейтральну по формі даних.

Модель являє собою певний, доступний всім учасникам проекту, тип бази даних, який містить всі пов'язані з проектом або будівлею графічні, геометричні та алфавітно-цифрові параметри і коди. Всі нововведення, зміни і подальші етапи розвитку інтегруються в цю модель. Це досягається, по-перше, за рахунок засобів графічного і геометричного генерування і трансформації

конструктивних і архітектурних елементів, і по-друге, за рахунок додавання і налаштування інформації в формі визначення властивостей і атрибутів.

У своїй основі структура BIM-моделі створюється в ході проектної роботи архітекторів, і, в подальшому, поєднує всі види корисної інформації і різного роду складові, які становлять собою єдиний комплекс:

- архітектура,
- конструкції,
- інженерні системи та обладнання,
- будівництво і виробництво,
- технічне обслуговування та управління нерухомістю.

Крім того, сама структура проекту в формі ієрархічного дерева папок є складовою частиною моделі.



BIM середовище. [6]

В ідеальному випадку з часом BIM-модель зростає, одночасно з власним проектом, і являє собою другу, ідентичну з ним, хоча існуючу лише віртуально, модель будівлі, в якій міститься вся інформація про реальний об'єкт. При

наявності відповідних прав всім учасникам забезпечується доступ до необхідних параметрів та іншої інформації. Навіть знесення і утилізація будівельних відходів при необхідності можуть бути визначені і контрольовані через BIM-модель.

Метою дослідження є виявлення основних методів впровадження BIM для вдосконалення архітектурних систем, пошук універсальних (оптимальних) засобів отримання та застосування цифрових даних в архітектурно-будівельному проектуванні.

Завданням дослідження є удосконалення методичної основи формування повноцінних віртуальних моделей як складової архітектурних систем.

Виклад основного матеріалу. Саме програми САПР є основним програмним забезпеченням АЕС. Як збірне поняття для всієї будівельної галузі поняття АЕС (Architecture, Engineering, Construction - Архітектура, Конструювання, Будівництво) описує всі теми, дані і об'єкти, а скорочено - «все, що стосується сектора будівництва та нерухомості». Покрокова інструкція планування проекту відповідно до BIM технології передбачає:

- структурування проекту і даних,
- створення моделі будівлі,
- призначення параметрів і атрибутів, додаткової інформації,
- експорт моделі BIM і передача її всім учасникам,
- контроль даних моделі і компонентів,
- виправлення та узгодження моделі з партнерськими організаціями,
- імпорт зовнішніх даних в проект,
- порівняння моделей і їх компонентів,
- внесення змін до первісної моделі,
- повторний експорт оновленої BIM-моделі і передача її всім учасникам.

При цьому, тільки коли всі «говорять однією мовою» і виходять з одних і тих же принципів, вони можуть розуміти один одного, і кожен знає, про що «говорить» інший. Крім того, ця інформація повинна бути доступною і актуальною для всіх, щоб уникнути помилок і неправильного формулювання.

База даних, що лежить в основі кожного проекту і є загальною базою для всіх учасників, становить центральний об'єкт інформаційного моделювання будівлі.

Щоб створити подібну базу, нейтральну по відношенню до програмного забезпечення і, тим самим, корисну для різних взаємодіючих з нею програм, BIM-модель повинна ґрунтуватися на відкритому форматі файлів, який будується за точним стандартом з визначених елементів однакової структури, що задається IAI.

IAI (International Alliance for Interoperability або IAI - Міжнародний альянс по сумісності) був заснований у 1994 році провідними фірмами-розробниками програмного забезпечення з метою створення відкритої і незалежної від платформи моделі даних, що може допомогти відтворити життєвий цикл будівлі. При цьому, за допомогою визначення деяких стандартів і специфікацій для структури даних мав бути досягнутий взаємний зв'язок максимально можливого числа додатків. З 2005 року об'єднання носить ім'я buildingSMART.

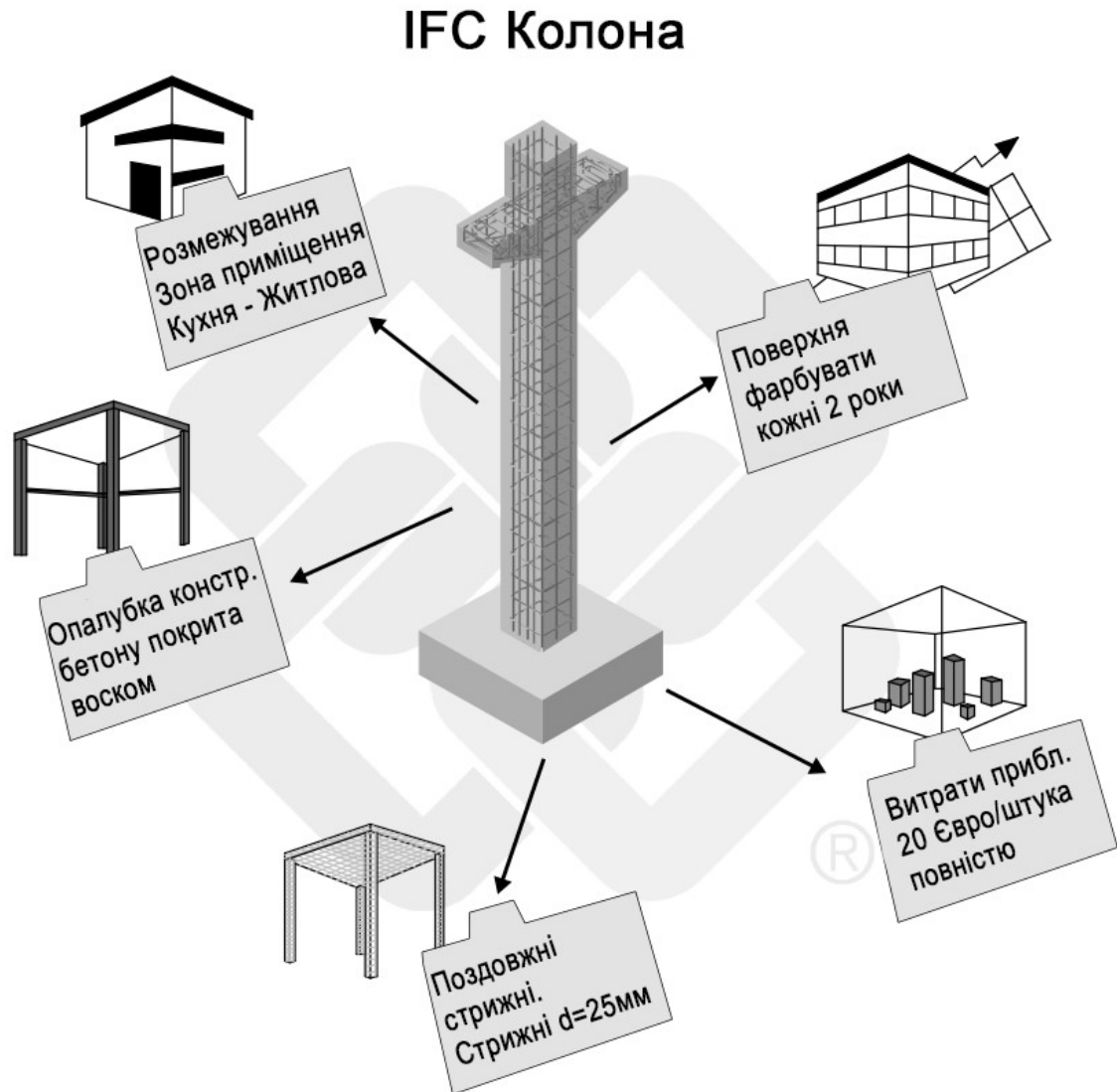
Розроблений формат IFC (Industry Foundation Classes - Класи основ виробництва) не є форматом символів - в його основі стоять об'єкти з їх формою, параметрами і атрибутами, а також з їх положенням в загальному контексті і у взаємодії з іншими об'єктами.

Формат базується на стандарті обміну даними моделі ISO STEP, його нормах і описі як саме повинні будуватися файли, за допомогою яких можна передавати геометричні елементи і відображати зміни, що відбуваються протягом їх «життя». Цей опис охоплює таким чином, як геометричні значення, так і притаманні елементу властивості; взаємодію елемента з іншими об'єктами визначає також життєвий цикл об'єктів.

Лексичний склад мови IFC включає всі підтримувані у відповідній версії об'єкти в формі бібліотеки будівельних елементів, створеної з попередньо визначених елементів. Кожному об'єкту при цьому належить, крім його позначення, перелік можливих параметрів і властивостей, якими він може володіти, а також функції та взаємодії з іншими об'єктами з бібліотеки. Ця схема, однакова для всіх об'єктів, має ту перевагу, що можна відносно легко додавати нові елементи для розширення бібліотеки.

Наприклад, колона в бібліотеці знаходиться з ім'ям об'єкта «IFCColumn», незалежно від того, яке позначення вона може мати в різних програмах САПР. Ключові параметри, в першу чергу це геометричні значення, подібні до висоти або поперечному перерізу. Функції і властивості наведені у вигляді списку, так званому наборі властивостей Property Set.

Обсяг і зміст множини властивостей PSet, в залежності від типу і складності об'єктів, може виявитися різним. Ряд наявних властивостей присутній постійно, і принципово визначають стандарт IFC об'єкта. Таке групування пропонує додаткове структурування великого набору атрибутів і забезпечує кращу наочність необхідної і переданої інформації про елементи.



IFC – специфікація об'єкту. [6]

Майже в кожному наборі PSet присутні наступні властивості.

- Тип об'єкта («Reference»)
- Несуча здатність («LoadBearing»)
- Розташування всередині / зовні («IsExternal»)
- Ступінь вогнестійкості («FireRating»)
- Рівень звукопроникності («AcousticRating»)

Ці властивості зазвичай містяться в «Пакеті загальних властивостей», до яких можна додавати будь-яку кількість інших властивостей у формі атрибутів.

Індивідуальні особливості, наприклад, зв'язок з іншими об'єктами «Column» можливі у вигляді пазів і елементів сполучення, стикувальної арматури, вбудованих магістралей інженерних систем тощо.

Перевага нейтрального формату даних, по-перше, полягає в тому, що при обміні даними і перетворенні в інший формат файлів вдається уникнути,

значних «втрат на терті». По-друге, всі учасники проекту можуть вільно обирати придатне для них програмне забезпечення, якщо воно має відповідний інтерфейс IFC.

Так архітектор, в першу чергу, використовує програми формування «образних» об'єктів, конструктор - програмне забезпечення розрахунків на міцність, відображення зміни сил і моментів. Для визначення обсягів і розрахунків витрат використовуються програми калькуляцій і кошторисів, до цього додається організація планування будівництва. У будівельному виробництві, перш за все, використовуються системи взаємодії з ЧПУ, які аналізують змодельовану геометрію і відтворюють її в реальності. На кінцевому етапі використовуються програми управління нерухомістю з наявними базами даних, за допомогою яких проводиться аналіз і управління експлуатацією будівлі.

Всі переваги цього універсального формату даних активно використовуються і вдосконалюються розробниками і користувачами провідних систем АЕС, в тому числі AllPlan, ArchiCAD, SCIA, Revit, Tekla, Ліра і т.д. Досягнення ідеального «стикування» в єдиному, розгалуженому ланцюжку проектування, експлуатації та управління будівлями - питання найближчого часу.

Обидві перші версії формату IFC 1.5.1 / 2.0, опубліковані в кінці 1990-х років, по своїй компоновці і закладеній в їх основу структурі істотно відрізняються від всіх наступних версій і тому не сумісні з ними. Лише з першої «Х»-редакції: кожна нова версія надбудовує попередню і тільки розширює її, таким чином забезпечується сумісність «знизу - нагору». До теперішнього часу, починаючи з першої «Х» - редакції IFC 2X, яка була опублікована в 2000 році, виникли всього 4 «Х» -версії: IFC 2x, IFC 2x2, IFC 2x3 та IFC 2x4. В даний час чинною редакцією є IFC 2x3, що зміниться на 2x4 (IFC 4) в найближчому майбутньому.

Використовувані в кожному конкретному випадку САПР, як правило, не в змозі читати і аналізувати інформацію, що до них не відноситься, та вона й не потрібна. Тому з усього пакета віртуальної моделі можна виділити для передачі окремі підгрупи, так звані «Підмножини». У них міститься скорочена для специфічного варіанту використання і «відфільтрована» інформація, аби таким чином оптимізувати обмін. По-перше, цим скорочується обсяг даних, а по-друге, підвищується внутрішня швидкість обробки програм, що використовуються.

В даний момент всередині загального формату IFC, крім інших, існують три базові підмножини, які використовуються в залежності від мети і типу обміну даними, і разом з цим в залежності від інформації, яка передається:

- IFC Coordination View / Основний Вид
- IFC Structural Analysis View / Конструктивний Вид
- IFC FM Hand Over View / Експлуатаційний Вид

Дані «Coordination View» (CV) в BIM-моделі є найпоширенішою підгрупою в області проектування і зведення будівлі. У них відображаються всі будівельні та архітектурні елементи як 3D-тіла, які містять доступні їм характеристики і атрибути. Це найбільш поширена підмножина, її часто ототожнюють з усім IFC. Окрім конструктивної та архітектурної структури проекту, дані охоплюють всілякі елементи інженерних систем.

Всі елементи містять при передачі однозначний ідентифікатор (ID), можуть забезпечуватися будь-якою кількістю додаткової інформації та завжди відображаються разом з іншими елементами структури.

Для проектування і обґрунтування несучих конструкцій служить власна підгрупа Structural Analysis View (SAV), в якій елементи описуються і відображаються у відповідній формі.

У ній враховуються умови спирання, статичні і динамічні навантаження, коефіцієнти запасу міцності і т.п., як, наприклад, дерев'яна балка, що відображається вже не архітектурним елементом, а стрижневим модулем зі специфічними умовами спирання. Результатом цього, з урахуванням власних і зовнішніх навантажень при допустимій деформації, є застосування відповідної розрахункової програми, що дозволяє отримувати шукані дані у вигляді необхідного перерізу і матеріалу.

У свою чергу, управління нерухомістю і господарська експлуатація існуючих об'єктів проводиться на підставі бази даних, яка або не містить ніякої графічної 2D- і 3D-інформації, або містить лише маржинальну графічну інформацію.

Параметри, що відносяться до так званих САFM-програм (Computer Aided Facility Management - САПР з управління нерухомістю), можуть бути виділені із загальної моделі як власна підгрупа. Ця підмножина містить, крім просторового розмежування, відповідні дані майнових характеристик нерухомості в формі листів таблиць і бази даних.

Для обміну даними через інтерфейс IFC обов'язкова наявність BWS; в іншому випадку не можна створити файл IFC. Структура об'єкта (Bau Werks Struktur, або BWS) в системі Allplan є одним з двох можливих способів структурувати файли моделі та документи і управляти ними. Поділ на ієрархічні структурні рівні здійснюється аналогічно до реальної будівлі, яким призначаються свої документи і файли моделі.

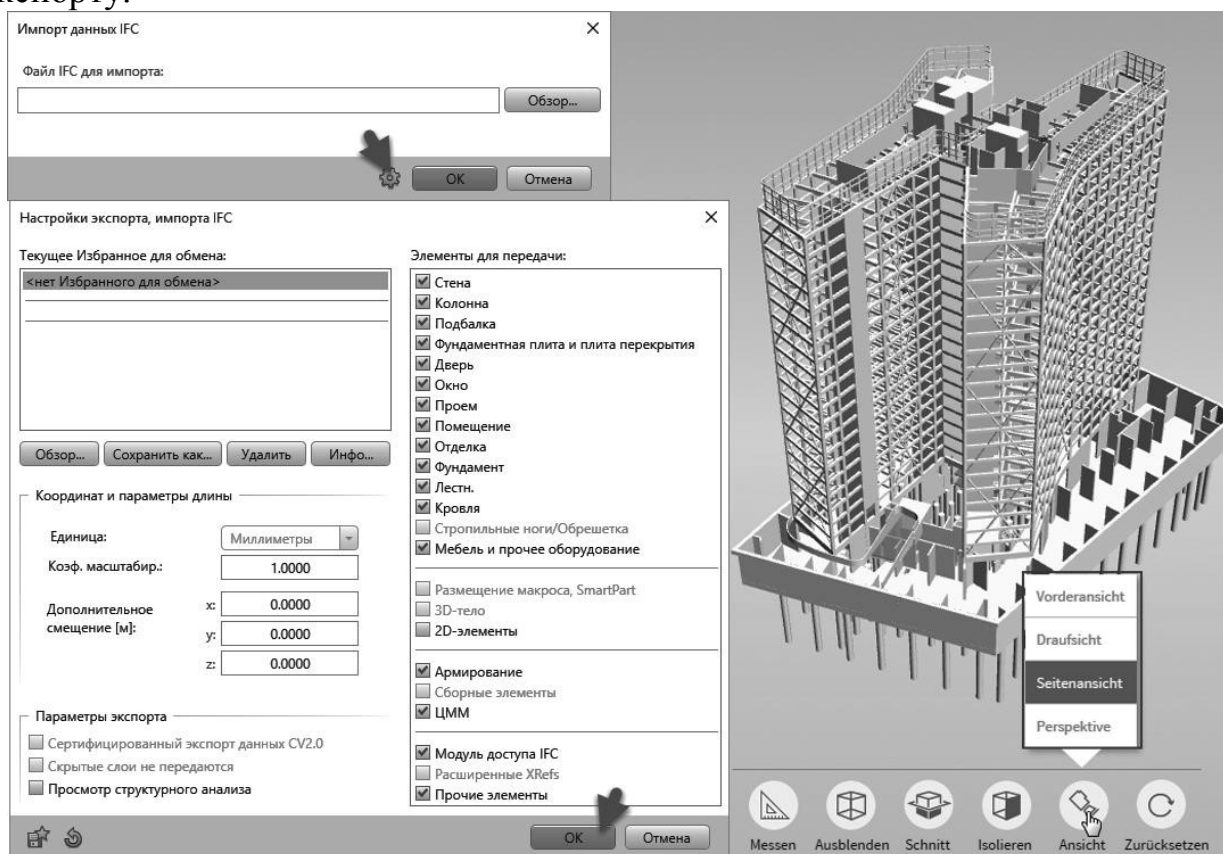
На кількох ключових моментах роботи з форматом IFC в середовищі провідних САПР зупинимося детальніше.

Експорт в IFC

Формат IFC орієнтований на передачу 3D моделей будівель шляхом експорту даних IFC або експорту даних BIM+. Існує доступ до інструментів для експорту та імпорту даних IFC тільки з файлу моделі. Якщо робота йде в редакторі компоновок, немає можливості активувати ці інструменти (сірого кольору). Хоча є можливість експортувати дані BIM+ з редактора компоновок, Allplan передає тільки файли моделі (3D елементи), які були там створені.

У розділі Елементи для передачі є можливість відфільтрувати специфічні типи елементів, які необхідно (чи ні) передати. Визначення підмножини IFC та виду моделі Model View Definition (MVD) - може налаштовуватися для фільтрації переданих елементів. Крім того, можна використовувати параметри експорту для управління тим, що передається і як. Опція Експорт даних CV2.0 передає тільки елементи, певні у відповідному підмножині Coordination View, виключивши з експорту елементи 2D і не ідентифікуються однозначно елементи (Proxy). Параметр «Не передавати приховані шари» може також виключити окремі шари при передачі.

«Параметри координат і довжини» дозволяють вибрати одиниці, змінювати розміри і положення моделі в файлі IFC. Список «Вибране для обміну» містить настройки, які раніше були збережені для майбутніх операцій експорту.



Налаштування експорту в IFC та інтеграція з BIM+. [6]

Контроль даних

Кожного разу, коли відбувається обмін даними або імпорт IFC файлів, дані перетворюються в інший формат. Цей процес змінює дані, хоча і незначно але потрібен контроль, що всі об'єкти були передані вірно. Це відбувається через різні програмні специфікації і описи елементів для перетворення даних в файли в тому ж Allplan або ArchiCAD.

Платформа BIM+ полегшує робочий процес для BIM-комфортного розвитку проекту, надаючи широкий набір функцій для спільної роботи. Контроль даних - це тільки одна з них.

Стандартну перевірку слід здійснювати хоча б у двох напрямках:

- на коректність геометрії будівлі, і розташування її компонентів, зокрема цілісність моделі;
- на зміст наборів атрибутів (PSets) об'єктів, які включають всю необхідну інформацію, параметри, властивості.

Засіб перегляду IFC

Існує ряд безкоштовних засобів перегляду IFC в Інтернеті. Вони відрізняються в управлінні і мають різний користувальницький інтерфейс. З їх допомогою можна відображати та інтерактивно вивчати IFC файли, а також отримувати інформацію про окремі його елементи. Деякі засоби перегляду пропонують додаткову функціональність. Наприклад, перетворення даних у файли інших форматів або виявлення конфліктних ситуацій всередині елементів.

Їх можна використовувати для візуалізації моделі будівлі замовниками або організаціями, далекими від застосування САПР. При цьому, засоби перегляду IFC не передбачені для зміни даних, тобто геометрії, атрибутів і параметрів елементів. Для цього потрібно повернутися до оригінальної або деякої іншої підходящої САПР.

Процес імпорту IFC

При імпорті IFC даних рекомендовано створювати новий проект, тоді в порожньому файлі моделі виключається ризик випадково втратити існуючі дані. На відміну від експорту і створення BIM-моделі, при імпорті - модель IFC завжди має готову структуру, що визначає будівлю. Застосована САПР автоматично перетворює її в структуру об'єкта, вже визначену в IFC-файлі. Якщо структура об'єкта вже існує, Allplan включить IFC структуру в наявну і додасть всі рівні, які відсутні.

Для успішного імпорту моделі потрібно уточнення деяких налаштувань, і зазначення номера першого файлу моделі, почавши з якого, САПР розташує дані IFC від порожнього файлу - в порядку зростання.

На завершення відкривається вікно з файлом протоколу, який містить список елементів в IFC файлі разом з типами і номерами елементів, імпортованих в Allplan. З цього файлу можна перевірити, чи всі елементи були передані вірно.

Функція «Друк» забезпечить роздрукування файлу або збереження його в форматі PDF за потребою. Allplan не зберігає файл протоколу і перезаписує його при наступному обміні даними. Уже в своєму робочому просторі можна перевірити чи редагувати дані IFC - імпортовану модель будівлі.

Зміна даних IFC

Функції «Контроль конфліктних ситуацій» та «Порівняння Старе-Нове» покликані відстежувати зміни для коректної взаємодії з моделлю. Однак, ці функції автоматично не змінюють дані, для цього потрібно безпосереднє втручання будь-кого з учасників команди.

З цією метою використовуються всі доступні функції САПР, які застосовувалися при створенні моделі. При необхідності запозичувати імпортовані об'єкти, наприклад, інженерне обладнання, слід це здійснити безпосередньо в вихідному файлі моделі або в BIM-моделі.

Зміни і доповнення стосуються, в типових випадках, не моделі в цілому, а лише окремих об'єктів або області. Тому на практиці виявилось, що доцільно забезпечувати їх відповідним маркуванням змін. Таким чином можна дізнатися прямо від програмного забезпечення, де щось було змінено або де виникли проблеми.

Для цього був розроблений, як вид «віртуального блокнота», формат BIM-співробітництва - BIM Collaboration Format (BCF). Він може бути прикріплений до кожного IFC об'єкту моделі і містить, крім постановки питання або зауваження, вказівку імені автора і часу створення. На першому етапі доцільно обмінюватися виключно цими нотатками, а не всією моделлю, а вже пізніше можна змінювати, узгоджувати і інтерпретувати саме ці проблемні об'єкти.

IFC Class/ObjectType

Всі стандартні елементи, які використовуються в архітектурі, інженерних розробках, конструкціях, управлінні нерухомістю та інших областях, пов'язаних з будівництвом, - при програмуванні в IFC визначаються як типи, які об'єднуються в окремі класи. Кожен тип відповідає спеціальному елементу бібліотеки IFC, з яким може бути пов'язаний об'єкт або елемент при обміні даними. Щоб будівельний елемент розпізнавався і правильно призначався елементу бібліотеки, він повинен володіти певним набором властивостей як мірило.

Однак за допомогою атрибута IFC ObjectType на класифікацію можна вплинути і навіть її змінити, за умови, якщо архітектурний елемент не має розпізнаватися як елемент з первісно закладеною функцією.

Відповідно до викладеного є необхідним дати визначення поняттям «Шар» та «Атрибут» в Allplan, як системі найбільш наближеної до формулювання логіки IFC-структури даних BIM.

Шари (Layers) в Allplan і інших САПР пропонують додаткову можливість класифікації елементів, перш за все з точки зору видимості, завдань формату і передачі прав. Але в Allplan, на відміну від інших САПР-програм, дані створюються і зберігаються не в шарах, а в файлах моделі.

Шари ж являють собою властивості формату, як, наприклад, колір або тип ліній, і вони в цій формі передаються також в IFC. У файлі IFC вони відображаються, згідно з цим, під позначенням «Рівні», як одна (загальна) властивість елемента, і можуть бути відображені видимими або невидимими.

Це має значення при експорті DWG, для програм, яким притаманний виключно цей тип поділу даних. У порівнянні з цим, поняття Шар в файлі IFC відноситься до конструктивного шару елемента (як в багат шаровій стіні ...).

Кожен 3D-елемент в Allplan, який трансформується в IFC, завжди передається з усім набором властивостей, необхідних для його ідентифікації. Сюди, насамперед, відносяться Геометрія і Положення, а також загальні властивості, як Тип об'єкта або Позначення.

Всі інші види інформації та характеристики, які важливі для елемента і передаються разом з ним, можна призначити в якості атрибутів. Для цього в Allplan надається модуль «Диспетчер об'єктів», а також функція Призначити, Змінити атрибути об'єкта.

При цьому не має значення, з якої групи виходять атрибути, навіть якщо мова йде про атрибут, визначений користувачем. Принципово передаються всі призначені і ідентифіковані атрибути і на призначення (внутрішню систему кодування) вплинути можливості не існує.

Висновки. Слід зазначити про удосконалення методів та критеріїв оцінки якості імпорту-експорту даних BIM. Методи дослідження ґрунтуються на системному підході, який формується взаємодією проектування з будівництвом. Проаналізований підхід враховує виявлені тенденції розвитку сучасних інформаційних систем в архітектурі.

Центр тяжіння подальшого розвитку лежить, в першу чергу, на включенні нових об'єктів і функцій для розширення можливостей використання. Раніше це стосувалося управління нерухомістю, тепер ландшафтної архітектури і містобудування. При цьому не тільки учасники альянсу, а й кожен користувач САПР має право формулювати пропозиції щодо

нових елементів і поліпшення в цілому, buildingSMART відкритий для будь-якої ініціативи з практики.

З просуванням до нової версії і поширенням на інші області, крім нових об'єктів, паралельно з'являються і нові Види (Views), які необхідні в певний момент і будуть використані для відповідного застосування. Вже наявні види потребують подальшого оновлення і налаштування.

Література

1. Михайленко А.В. Основи комп'ютерного моделювання для архітекторів. Навчальний посібник. КНУБА, Київ. 2011. – 132 с.
2. Левченко О. В. Використання формату IFC в технології BIM «Інформаційні технології сучасного архітектурного конструювання» / О. В. Левченко // Сучасні проблеми архітектури та містобудування: Наук.-техн. збірник. - К.: КНУБА, 2015.- Вип. 39. - С. 106 - 112.
3. Левченко О. В., Михайленко А. В. Інформатизація навчального процесу у ВУЗах / О. В. Левченко, А. В. Михайленко // Сучасні проблеми архітектури та містобудування: Наук.-техн. збірник. — К.: КНУБА, 2014. — Вип.36.— С. 154 - 163.
4. Левченко О. В. BIM в курсі «Інформаційні технології сучасного архітектурного конструювання» / О. В. Левченко // Сучасні проблеми архітектури та містобудування: Наук.-техн. збірник. - К.: КНУБА, 2013.- Вип. 34. - С. 261 - 266.
5. Михайленко А.В. Інтеграційна ступінь проектування та будівництва / Сучасні проблеми архітектури та містобудування: Науково-методичний збірник. Вип. 25. - К., -КНУБА, 2010. – с. 87 - 95.
6. Allbau-software (BIM - информационное моделирование зданий с Nemetschek Allplan) - <http://www.allbau-software.de/>

Аннотация

Изложены основные методы исследования информационной составляющей архитектурных систем (BIM). Материал содержит критерии и особенности формирования информационных моделей, а также методику применения универсальных средств сохранения BIM информации, характеристику структуры данных IFC. Ключевые слова: BIM, openBIM, информационные технологии в архитектуре, IFC.

Summary

The above basic methods of information component of architectural systems (BIM). The material contains criteria and features of information models as well as the methodology for the application of universal means of maintaining data BIM, IFC data structure characterization.

Keywords: BIM, openBIM, information technology in architecture, IFC.