

УДК 72:004.9

А.В. Михайленко
канд. арх., доцент каф. ІТА, КНУБА

ІНТЕГРАЦІЙНА СТУПІНЬ ПРОЕКТУВАННЯ ТА БУДІВНИЦТВА

Анотація: у статті розкривається сутність та переваги BIM технології для оптимізації процесу архітектурного проектування, особливості і перспективи IFC - універсального об'єктно-орієнтованого формату даних галузевих САПР. Наведені приклади ілюструють можливості взаємодії архітекторів, інженерів та інших учасників проектування та будівництва споруд.

Ключові слова: проектування, BIM, інтеграція, IFC.

Сучасна архітектура рухається по шляху вільних форм, складних конструкцій і відточених рішень. Останнім часом багато говорять про модельний підхід до проектування, тобто про інформаційне моделювання будівель - BIM (Building Information Modeling), або, як ще кажуть, про віртуальні будівлі.

За час свого існування розвиток САПР-САД виявився найбільш істотним в архітектурно-будівельному проектуванні та будівництві (АПБ), де за останні 30 років програми простої двовимірної побудови креслень перетворилися на додатки інтегрованого інформаційного моделювання (BIM) і забезпечують комплексні рішення для архітекторів і проектувальників. Розроблені спеціально для індустрії АПБ програми BIM надають реальні будівельні елементи, з якими автоматично зв'язуються конструктивні дані, що володіють багатими засобами візуалізації [1].

Основний принцип BIM полягає в тому, що архітектори можуть використовувати 3D-модель будівлі для видобування з неї всіх необхідних креслень проекту та зображень будівлі, включаючи розрізи, фасади, деталі та вузли елементів, реалістичні фотозображення, презентаційні матеріали, а також результати проведення розрахунків і вартісної оцінки (рис.1). До найбільш важливих аспектів методу BIM відносять:

- концепцію єдиного файлу - вся модель будівлі і всі її додаткові подання містяться в одному файлі віртуального будинку;
- використання реальних архітектурних елементів у моделюванні;
- зміни, що проведені в моделі, впливають на всі креслення (і навпаки);
- автоматизований технологічний процес створення документації;
- архітектурний контент (бібліотеки);
- надану елементам інформацію про будівлю;
- генерацію додаткової інформації (візуалізація, анімація, проведення розрахунків, побудова каталогів).



Рис. 1 BIM - віртуальна основа архітектурного проекту

Індустрія АПБ йде шляхом інтеграції різних дисциплін. Співпраця стає стандартним механізмом. Тільки розвинені технології спільного використання даних можуть сприяти підтримці ефективної взаємодії, яка зводиться до внутрішньої та зовнішньої співпраці. Виявлення нових ефективних шляхів, спрямованих на оптимізацію процесу проектування та його результатів, - залишається актуальним завданням.

Програми BIM взаємодіють з іншими галузевими програмами через різні усталені й нові файлові формати типу - DXF, DWG, PDF, DWF, Google Earth, XML, U3D.

Тепер на зміну двосторонньому файлообміну даними на рівні ліній, штрихувань, текстових блоків, рисунків, у кращому випадку, взаємопов'язаних просторових полігональних поверхонь, приходять універсальний промисловий стандарт, в якому будівельні елементи зберігають оригінальну інформацію BIM і лише вдосконалюються протягом усього терміну життя проекту.

У великому колективі основних учасників зведення об'єкту, архітектори грають важливу роль, оскільки вони є єдиними, хто весь час координують дані про поточний стан проекту для всіх інших учасників (рис.2). Якщо архітектурні компанії не зможуть пристосуватися до цього комунікаційно-централізованого світу співробітництва, то вони не в змозі будуть виконувати великі проекти [2].

IAI (International Alliance for Interoperability) - це альянс організацій, що націлений на підвищення продуктивності та ефективності у будівельній індустрії та індустрії управління виробничими потужностями. Державні організації, інститути й основні виробники програмного забезпечення (Autodesk, Graphisoft, Bentley, Nemetschek та інші) переконалися в необхідності



Рис. 2 Учасники взаємодії проектування і будівництва об'єкта

створення універсальної комунікаційної платформи даних і в будівельній індустрії. Багато розроблювачів програм, що підтримують інформаційне моделювання даних (BIM), проектування будівель і споруд, проектування обладнання для нагріву, вентиляції і кондиціонування, проведення термічного аналізу, проведення розрахунків потреби в матеріальних і трудових ресурсах, активно прагнуть реалізувати підтримку **IFC** у своїх програмних продуктах.

Основна перевага використання **IFC** (Industry Foundation Classes), розробленого **IAI**, в порівнянні з іншими файловими форматами, полягає в тому, що в процесі передачі даних зберігається інформація BIM. Тобто всі структурні об'ємні елементи моделі (будівель і споруд) зберігають свою сутність і призначення відповідно до класифікації будівельних елементів що впливають з усіма оригінальними властивостями і параметрами незалежно від використовуваного програмного середовища і виконуваних над ними операцій. Наприклад, стіни або перекриття залишаються стінами та перекриттями і зберігають всю раніше описану для них 2D-і 3D-інформацію після того, як **IFC**-файл відкривається в іншому додатку.

- **IFC** - це стандартне універсальне середовище, що сприяє спільному використанню інформації і можливості взаємодії на всіх етапах життєвого циклу побудови будівлі.
- **IFC** – це елементи даних, які являють частини будівлі або елементи процесів і містять релевантну інформацію про всі такі частини.

IFC використовується програмами аби побудувати комп'ютерну модель, яка містить всю інформацію про частини будівлі та їх взаємозв'язок з метою забезпечення спільного доступу до моделі всім учасникам проекту.

Сьогодні **IFC** - це нейтральний, відкритий і об'єктно-орієнтований формат файлів для забезпечення інтероперабельності в проектно-будівельній індустрії. Зареєстровано Міжнародною організацією стандартів як ISO/PAS 16739. Має кілька різновидів (IFC2x3, ifcXML та ін.), що також зазнали кодування ISO [2].

Модель **BIM**, імпортована в зовнішню програму аналізу, надає широкий діапазон можливостей щодо виконання аналітичних функцій (рис. 3).

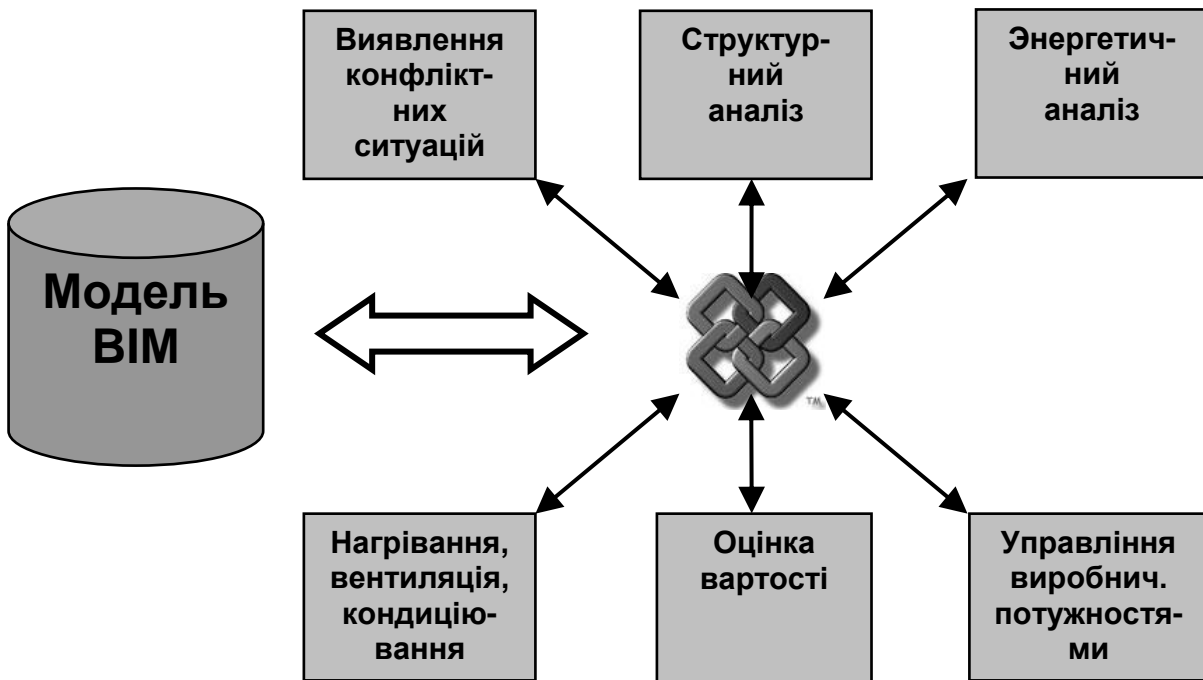


Рис. 3 IFC - сучасний формат взаємодії в САПР

Застосування автоматизованих методів координації будівництва для планування будівельних робіт дає суттєві переваги на етапах моделювання, оцінювання, упорядкування, постачання та управління будівництвом. Підхід **BIM** сприяє оптимальному спільно використовуваному середовищу як для "внутрішніх", так і "зовнішніх" спеціалізованих додатків (конструювання, обігріву, вентиляції, акустики, електрообладнання, пожежного обладнання, підйомного обладнання, енергетичного аналізу, вартісної оцінки тощо).

На приклад, **VICO Office Suite** на основі 5D-моделі дозволяє оцінювати вартість різних альтернативних проектних рішень. Окремі об'єкти моделі зв'язуються з оціночними методиками, які описують методи їх будівництва і ресурси, що для цього використовуються. Добуття всіх необхідних даних за елементами моделі з вбудованими специфікаціями відбиває фінансові витрати.

BIM і додатки координації будівництва, спільно з інструментальними засобами виявлення конфліктних ситуацій, такими як **NavisWorks**,

забезпечують автоматичне виявлення невідповідностей між структурними компонентами проекту, здійснюють просторово-часову координацію, оптимізуючи, таким чином, процеси планування на будівельному майданчику і хід робіт, що на ньому виконуються.

Програмні комплекси **LPA Soft**, **SCAD Office**, за підтримки формату даних **IFC**, є сучасними інструментами для чисельного дослідження міцності і стійкості конструкцій, їх автоматизованого проектування. Передбачається розрахунок на динамічні та статичні впливи з моделюванням найрізноманітніших конструкцій, систем залізобетонних і сталевих елементів будівель, будівель з цегляними стінами відповідно до нормативів країн СНД, Європи, Африки, Азії та США. У процесі роботи комплексів проводиться розрахунок будівлі та її окремих частин з формуванням робочих креслень і схем армування конструктивних елементів. При цьому BIM спочатку служить основою для формування розрахункової схеми, а по завершенню розрахункової частини середовищем подальшого редагування.

MagiCAD - один з провідних програмних комплексів САПР для внутрішніх інженерних систем, заснований на підтримку єдиної цифрової моделі будівлі і стандарту **IFC 2x3**. **MagiCAD** містить вбудовані розрахунки по підборі перерізів труб, повітроводів, балансуванню системи, акустичні та гідравлічні розрахунки, розрахунок тепловтрат, трасування каналів тощо.

Комп'ютерне моделювання споживання енергії в рамках розвитку "зелених проектів" та гармонійного проектування використовується для оцінки можливої економії енергії будівлею на всіх етапах процесу проектування. Компанією **Kirksey** розроблено метод "зеленого будинку" з проведенням аналізу різних експлуатаційних показників, який легко застосувати до будь-якого проекту. З точки зору "зелених" характеристик оцінюють: планування місцевості, орієнтацію будівлі, ландшафтну архітектуру, облік денної освітленості, водоспоживання та вид назовні з приміщень для мешканців.

За допомогою моделі BIM і сумісності її з **IFC**, яка виступає в якості головного джерела даних, такі лідери програм енергетичного аналізу, як **Ecotect**, **EnergyPlus** і **RIUSKA**, дозволяють проектувальникам працювати в 3D і містять всі необхідні інструменти для створення енергетично ефективних будинків, що надають:

- графічний аналіз споживання та акумулювання енергії;
- моделювання ефектів утворення тіней, освітленості, акустики, вентиляції та інших енергетичних потоків;
- результати - розрахунки завантаженості, енергетичний аналіз, непрямі ефекти навколишнього середовища.

Ці програми можуть використовуватися для оптимізації таких систем, як споживання сонячної термальної та світлової енергії на початковій стадії проектування (рис. 4).

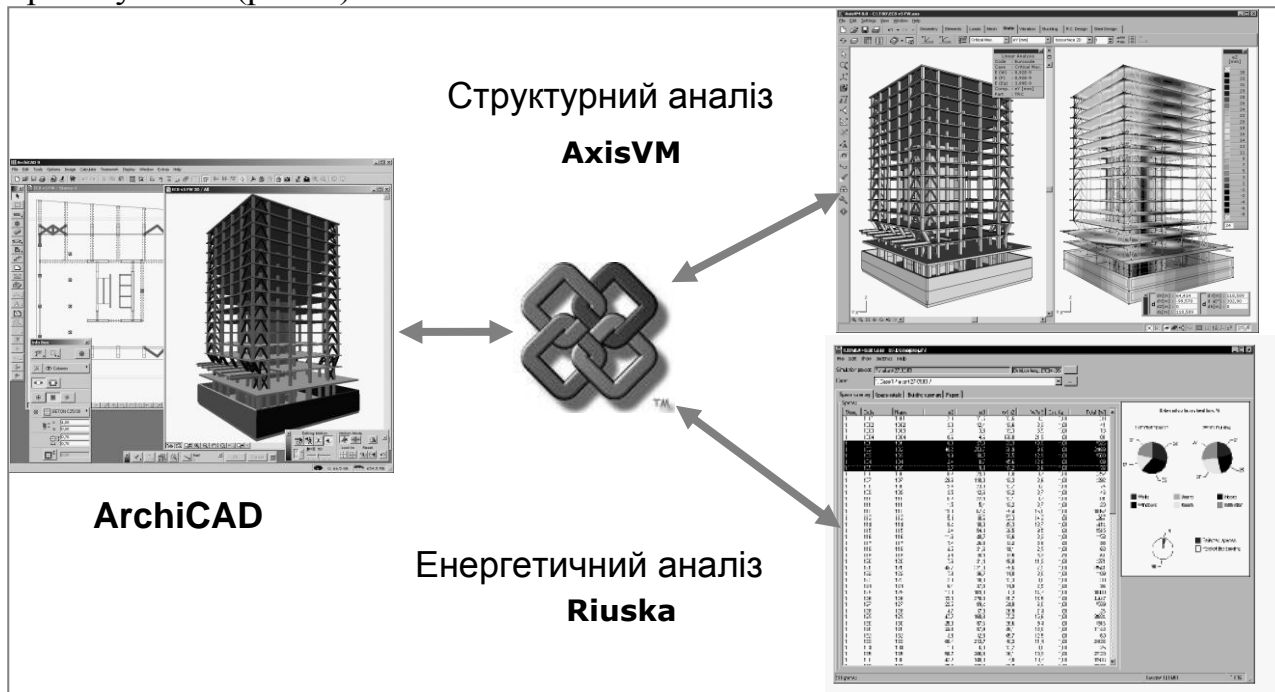


Рис. 4 Приклад сумісності проектного 3D-середовища

На тій же основі, за допомогою додатків **ArchiPHYSIK** або **Green Building Studio** користувачі ArchiCAD (Allplan, Revit Architecture Suite та ін.) здатні оцінити і порівняти проектні альтернативи на основі оперативної оцінки експлуатаційних характеристик проекту:

- точний аналіз експлуатаційних енергетичних характеристик будівлі з урахуванням його окремих компонент і всього простору;
- повний термічний аналіз, включаючи коефіцієнт теплопередачі, дифузію випарів і амплітуду температури;
- виявлення відхилень у порівнянні з попередньо встановленими значеннями.

Все це змінює суть енергетичного аналізу з формальної процедури проведення цього аналізу в кінці процесу проектування, коли вже пізно щонебудь змінити, на вискоефективний інструмент, який надає підтримку архітекторам в критичні моменти прийняття проектних рішень.

Значною зручністю сучасних додатків є здатність швидкого та наочного відстеження всіх змін, що вносяться в процесі документообігу спільно використовуваних моделей **IFC**. У ході постійного вдосконалення та доповнення єдиної інформаційної моделі, протягом всього терміну життя проекту, важливою ланкою стає оперативне відстеження змін, які вносяться. Зокрема, при порівнянні версій моделей можуть імпортуватися тільки відмінності, що відображають останні зміни в проекті за допомогою кольору

або інших описів (наприклад, червоним - видалені, зеленим - скоректовані, синім - нові елементи).

Без активного використання програм САПР і автоматизованого виробництва важко підтримувати необхідний рівень свободи проектування. Машини з ЧПУ здатні виконувати найскладніші будівельні конструкції з великою точністю, яка досягається в проектах за допомогою додатків ВІМ / САПР.

Заводське виготовлення стандартних будівельних конструкцій вимагає інтеграції проектування і виробництва. Поєднання ВІМ з програмами САМ (Computer-Aided Manufacturing - автоматизоване виробництво) забезпечує спокійний перехід від проектування до виробництва. Цей технологічний процес, як правило, відбиває шість кроків переходу від проектування до будівництва [1].

1. За допомогою програми ВІМ створюється 3D-модель будівлі найповніше наближеної до бажаного образу та структури.
2. 3D-дані необхідних конструктивних елементів експортуються в додаток САМ з використанням формату **IFC**.
3. Програма САМ обробляє інформацію та надсилає її в машину з ЧПУ в її власному форматі даних.
4. Машина ЧПУ створює елементи згідно до прийнятого програмного коду.
5. Створені елементи маркуються, упаковуються і відправляються на будівельний майданчик.
6. Елементи об'єднуються в конструкції на будівельному майданчику згідно до будівельної документації, яка створена за допомогою програми ВІМ.

Як наочний приклад наведемо три випадки ефективної інтеграції ВІМ і САМ.

Кооперація ВІМ з САМ являє сучасний технологічний підхід при проектуванні, виробництві та застосуванні в будівництві **металевих конструкцій** (рис. 5). У даному випадку **ArchiCAD** кооперується з професійною програмою проектування та аналізу сталевих конструкцій **Tekla**; при цьому в якості інтерфейсу між ними використовується **IFC**. Крім значних можливостей з проектування та аналізу сталевих конструкцій (розрахунок, уточнення конструкції, перерізів, профілю, вузлів) ця програма є безпосереднім зв'язком з машинами з ЧПУ при виробництві сталевих профілів.

Другий приклад розкриває можливості стикування ВІМ технології з виробництвом виробів із збірного залізобетону, що об'єднані на платформі **Allplan**. На заводах налагоджено виробництво навісних і несучих **панелей стін** з розробкою необхідних елементів арматури, ізоляції, обробки, доставку на будівельний майданчик і монтаж. У цьому випадку, взаємосумісність різних процесів відображається таким чином: перекриття поділяється на збірні

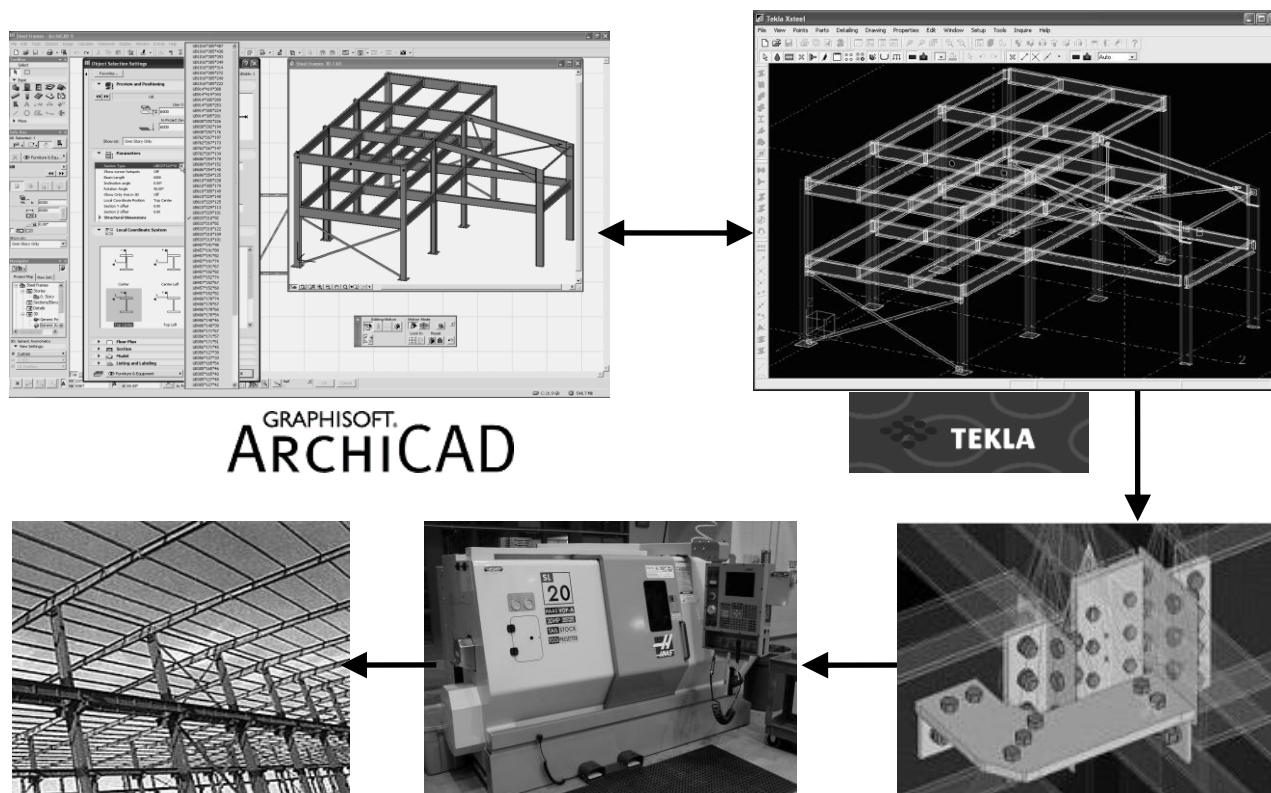


Рис. 5 Технологічний процес виробництва металокаркасних елементів

елементи, які розраховуються на міцність, і на основі результатів розміщуються арматурні вироби - сітки і стрижні, далі автоматично генеруються креслення з виготовлення збірних елементів; отримані дані передаються до програми управління верстатами з ЧПУ зварювальними роботами по виготовленню арматурних сіток, закладних деталей, контролю заливки і витримки бетону, та подальшого штабелювання [3].

Розробку повного дерев'яного каркаса **дерев'яних будинків** та інших їх елементів, як третій приклад, можна отримати безпосередньо з моделі ВІМ з використанням стандартних архітектурних інструментів **ArchiCAD**. Всі елементи моделі ідентифікуються, а дані, необхідні для машин з ЧПУ, одержуються безпосередньо з ВІМ з високою точністю та мінімально можливими помилками. Спеціальне розширення створює файл, який є вихідним для індустріального виробництва. Деревообробні заводи з ЧПУ-обладнанням виробляють несучі дерев'яні конструкції (колоди, стояки, балки, крокви), а також деталі підлог і дахів, заповнення прорізів. Можливий автоматичний підбір матеріалу та розкрій. Все це може перебувати під управлінням програми САМ.

Таким чином, розвинені програми ВІМ пропонують нові засоби інтегрованого обміну даними, а також їх спільного використання всіма особами, які беруть участь у проекті.

Простежується чітка тенденція - індустрія АПБ переходить від "файлового середовища" до "середовища даних". Збережена в моделі ВІМ інформація може

бути представлена в різних файлових форматах для зовнішніх членів проекту. IFC - перспективне універсальне середовище, що забезпечує спільне використання інформації та можливість взаємодії на всіх етапах життєвого циклу побудови будівлі. Стає логічним поява 5D BIM - з включенням у модель часових і вартісних характеристик.

Як і раніше, актуальним залишається ряд завдань. У тому числі - повний перехід на BIM-технологію в проектуванні будівель і споруд, навчання персоналу роботи з новими програмами, створення своїх шаблонів оформлення проектів і документації для нових програм, необхідної бібліотечної бази [2]. Всеосяжне впровадження та поширення галузевого універсального формату даних IFC, вдосконалення його, коректність взаємної стиковки (читання, редагування) єдиного файлу різними додатками сприятиме проведенню успішної координації сучасного документообігу.

Література

1. Справочное руководство ArchiCAD 13. Заметки по курсу лекций BIM. – Graphisoft, 2008. – 617 с.
2. Талапов В. Что влияет на внедрение BIM в России. isicad.ru : портал САПР, PLM и ERP : версия для печати. 2010.
3. Рэммет Ю.Р. Интегрированное проектирование в строительстве. //САПР и графика. -2006.- №8. С.16-18.

Аннотация

В статье раскрывается сущность и достоинства BIM технологии в оптимизации процесса архитектурного проектирования, особенности и перспективы IFC – универсального объектно-ориентированного формата данных отраслевых САПР. Приведенные примеры иллюстрируют пути взаимодействия архитекторов, инженеров и других участников проектирования и строительства зданий.

Ключевые слова: проектирование, BIM, интеграции, IFC

Annotation

The article reveals the essence and dignity of BIM technology in the optimization process of architectural design, features and prospects of IFC - universal object-oriented data format of CAD industry. The above examples illustrate ways of collaboration architects, engineers and other participants in the design and construction of buildings.

Keywords: design, BIM, integration, IFC.