

УДК 330.131.5

Трач Р.В.

кандидат економічних наук, докторант
Київського національного університету будівництва
і архітектури**ІНФОРМАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ В БУДІВНИЦТВІ (BIM):
СУТНІСТЬ, ЕТАПИ СТАНОВЛЕННЯ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ****BUILDING INFORMATION MODELING (BIM): DEFINITION, ORIGINS
AND ELEMENTS, BRIEF HISTORY AND FUTURE PROSPECTS****АНОТАЦІЯ**

У статті розглянуто наукові підходи до визначення понять «інформаційне моделювання», «інформаційна модель» та обґрунтовано зв'язок між ними. Досліджено еволюцію, етапи становлення та перспективи розвитку інформаційного моделювання в будівництві.

Ключові слова: інформаційне моделювання, інформаційна модель, BIM, етапи розвитку.

АННОТАЦИЯ

В статье рассмотрены научные подходы к определению понятий «информационное моделирование», «информационная модель» и обоснованно связь между ними. Исследована эволюция, этапы становления и перспективы развития информационного моделирования в строительстве.

Ключевые слова: информационное моделирование, информационная модель, BIM, этапы развития.

ANNOTATION

In the article the scientific approaches to the definition of «building information modeling», «building information model» are given and the interconnection between these notions are grounded. Origins, brief history and future prospects of building information modeling in the construction industry are studied.

Keywords: information modeling, building information model, BIM, stages of development.

Постановка проблеми. Аббревіатура інформаційного моделювання «BIM» з'явилася в лексиконі спеціалістів порівняно недавно, хоча сама концепція комп'ютерного моделювання з максимальним урахуванням усієї інформації про об'єкт почала формуватися і набувати конкретних обрисів набагато раніше. Термін BIM протягом років відображав різні напрями і надалі не має єдиного, повсюдно акцептованого визначення. Ідея BIM походить із періоду початків CAD (80-ті роки ХХ ст.), коли була вперше концептуально описана науковцями і запроваджена в програмному забезпеченні перших версій програм CAD. У цьому періоді BIM фактично позначав тривимірне графічне моде-

лювання, збагачене додатковими можливостями. Основою цієї технології була інформація про графічну модель, яка об'єднувала геометричну модель будівлі, її фізичні характеристики, назви і функціональні особливості окремих елементів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питання необхідності запровадження і розвитку інформаційного моделювання в будівництві досить активно вивчається іноземними вченими, зокрема В. Талаповим, К. Сухачевим, А. Томана, Л. Устиновічюс та іншими. В Україні дослідженням проблематики BIM займаються: А. Білик, М. Беляєв, А. Тесьолкін, М. Барабаш, К. Київська.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Водночас є ще значна частина питань, які потребують наукового обґрунтування та вирішення. Одне з них – дослідження сутності, виникнення, сучасного стану та перспектив розвитку інформаційного моделювання в будівництві (BIM).

Мета статті. Головною метою цієї роботи є дослідження сутності, становлення, сучасного стану та перспектив розвитку інформаційного моделювання в будівництві (BIM).

Виклад основного матеріалу. В основі технології BIM лежить концепція об'єктно-орієнтованого параметричного проектування (моделювання) будівель. І це параметричне моделювання є однією з тих принципових особливостей, які відрізняють BIM-програми від усіх інших CAD систем проектування, якби вони при цьому не називалися. Спочатку такий підхід набув широкого поширення в машинобудуванні, а в останнє десятиліття особливо активно впроваджується в архітектурно-будівельному проектуванні.

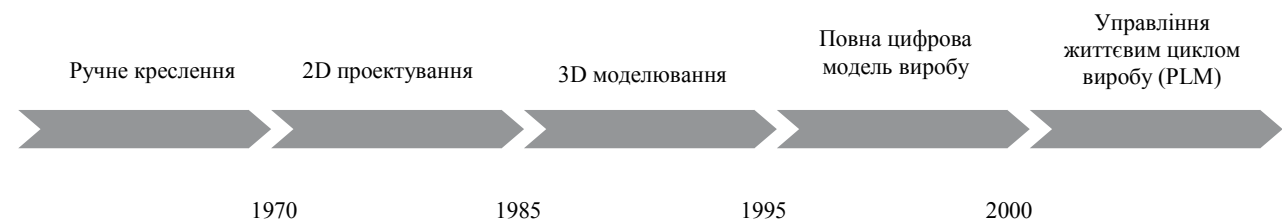


Рис. 1. Еволюція інструментів автоматизації проектування

Джерело: розроблено автором

Еволюція інструментів автоматизації проектування відображена на рис. 1. Передумовами для еволюції автоматизованого проектування стала потреба організації ефективної роботи зі швидко виникаючими величезними масивами цифрової інформації. Виникли нові класи систем, призначені для організації та координації робіт інженерного персоналу – системи управління даними про виріб (PDM – Product Data Management) і електронні архіви. Усе це в сукупності лягло в основу концепції управління життєвим циклом виробу – PLM (Product Lifecycle Management).

На рис. 2 і 3 зображено уявлення про життєвий цикл виробів та будівель із погляду концепцій PLM і BIM. Дуже важливо, що на всіх етапах життєвого циклу є єдина цифрова модель виробу в середовищі відповідних CAD і PDM – систем. У машинобудуванні власнику наявного примірника виробу важливі тільки його експлуатаційні характеристики, а не можливість виготовлення іншого примірника. Концепція PLM передбачає масовий випуск виробів, і поняття «життєвий цикл» належить не до примірника виробу, а до його моделі. Тому мислити в категоріях життєвого циклу одного виробу сенсу немає. Зовсім інша ситуація в галузі будівництва. Тут уже йдеться про життєвий цикл одного конкретного будинку.

Основні доходи і вигоди своєму власникові будівля приносить саме в період експлуатації, яка розтягується на багато десятиліть. Інформаційна модель у цьому випадку дозволяє проводити ефективне управління, облік витрачених ресурсів і здійснених платежів, якісно і своєчасно проводити поточні, капітальні та аварійні ремонтні роботи, вносити необхідні корективи в конфігурацію приміщень і здійснювати багато іншого, що необхідно для забезпечення оптимального використання будівлі. Зрозуміло, що для цього потрібні будуть спеціальні комп'ютерні програми, які будуть брати з моделі саме потрібну для задач ремонтного обслуговування інформацію і правильно нею оперувати. На стадії експлуатації будівлі процес інформаційного моделювання триватиме і створюватиме інформаційну основу обґрунтованості експлуатаційних параметрів на майбутнє.

Будівля з низькими експлуатаційними витратами є економічно ефективною. Одним із шляхів підвищення економічної ефективності будівлі – це застосування технології інформаційного моделювання будівель і автоматизованої системи управління будівлею (BMS). Інформаційна модель будівлі й автоматизована система управління будівлею в комплексі – це контроль, моніторинг та оптимізація функціо-

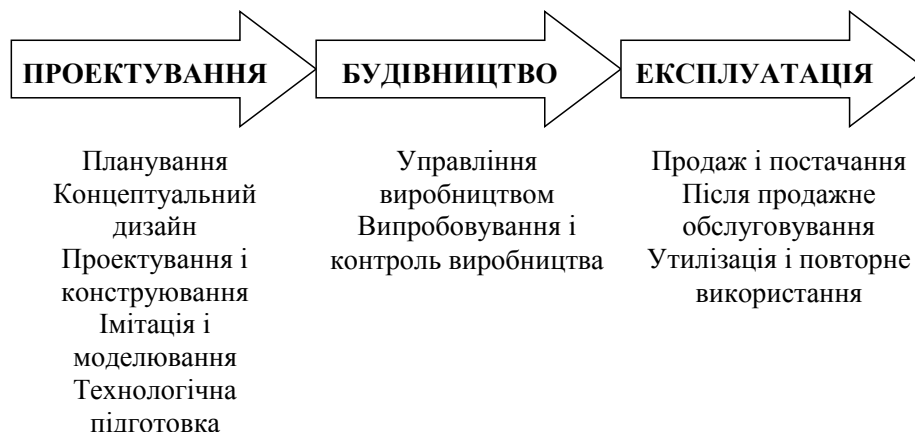


Рис. 2. Життєвий цикл виробу в концепції PLM

Джерело: розроблено автором



Рис. 3. Життєвий цикл будівлі в концепції BIM

Джерело: розроблено автором.

нування інженерних систем будівлі для забезпечення оптимальних умов мінімальними витратами. У результаті отримуємо:

- зниження ймовірності аварійних ситуацій;
- підвищення рівня комфорту;
- економія енергії та ресурсів;
- підвищення терміну експлуатації.

У загальному підсумку економія до 40% витрат на експлуатацію, зниження загальної вартості володіння будівлею до 30% [1].

Таким чином, розроблені для машинобудування та засновані на параметричному моделюванні технологія проектування і виготовлення компонентів остаточного виробу вже самим безпосереднім чином знаходять своє застосування під час зведення будівель, піднімаючи якість і продуктивність праці в будівництві на більш високий рівень.

Спостерігаючи щораз швидший темп впровадження в практичну діяльність цілої низки інноваційних й інтелектуальних технологій, які значною мірою автоматизують наше повсякденне життя, слід очікувати також на схожий тренд у сфері систем, що допомагають у проектуванні та реалізації будівельних інвестицій [2]. Видається, що на цьому полі система BIM має шанс стати безапеляційним лідером. Інформаційне моделювання в будівництві було започатковане в 1975 р. американським професором Чарльзом Істменом [3].

У 1986 р. англієць Роберт Ейш вперше використав термін «Building Modeling» як інформаційне моделювання будівель. Він сформулював основні принципи інформаційного підходу до проектування:

- тривимірне представлення об'єкта;
- автоматичне отримання креслень на основі сукупності параметрів об'єкта та його елементів;
- інтелектуальна параметризація об'єктів;
- створення баз даних, що відповідають об'єктам будівництва;
- розподіл процесу будівництва по часовим етапам.

Переваги застосування BIM:

- скорочення термінів проектування;
- зменшення витрат на реалізацію проекту;
- підвищення продуктивності праці завдяки простоті отримання інформації;
- покращення процесів узгодження будівельної документації;
- доступність конкретної інформації про виробників матеріалів,
- кількісні характеристики для оцінки та проведення тендерів.

У кінці 70-х – початку 80-х років минулого століття ця концепція розвивалася паралельно в Європі та США, причому в США найчастіше застосовували термін «Building Product Model», а в Європі «Product Information Model». Водночас обидва рази слово Product підкреслювало першочергову орієнтацію уваги дослідників на об'єкт проектування, а не на процес.

У результаті діяльності таких компаній, як Autodesk, Bentley, Graphisoft, Nemetchek, Tekla

аббревіатура BIM міцно увійшла в лексикон фахівців із комп'ютерних технологій проектування й отримала широке розповсюдження, її тепер знає весь світ [4].

Тоді і розпочався перший етап впровадження BIM у проектних фірмах [5]. Саме проектувальників можна вважати «першопрохідцями» в новій технології.

Проаналізуємо наявні визначення інформаційного моделювання.

Інформаційна модель будівлі (BIM) – це вся інформація про об'єкт, яка має числовий опис і потрібним чином організована та використовується, як на стадії проектування і будівництва, так і в період її експлуатації та знесення:

- добре скоординована, злагоджена і взаємопов'язана;
- піддається розрахункам та аналізу;
- має геометричну прив'язку;
- придатна для комп'ютерного використання;
- допускає необхідні оновлення [6].

Інформаційна модель будівлі – це числова інформація про проєктований або вже наявний об'єкт, який можуть використовувати для:

- прийняття конкретних проектних рішень;
- створення високоякісної проектної документації;
- прогнозування експлуатаційних якостей об'єкта;
- складання кошторисів і будівельних планів;
- замовлення і виготовлення матеріалів і обладнання;
- управління зведенням будівлі;
- управління й експлуатації самої будівлі і засобів технічного оснащення протягом всього життєвого циклу;
- управління будівлею як об'єктом комерційної діяльності;
- проектування і управління реконструкцією або ремонтом будівлі;
- знесення та утилізації будівлі;
- інших пов'язаних із будівлею цілей [7].

BIM – це числове представлення та належним чином організована інформація про об'єкт, яка використовується на всіх етапах його життєвого циклу. Важливою складовою цієї технології є єдиний інформаційний простір, база даних, що містить усю інформацію про технічні, правові, майнові, експлуатаційні, енергетичні, екологічні, комерційні та інші характеристики об'єкта будівництва. Завдяки високій точності та детальному опису моделі, ця технологія дає можливість проводити різні розрахунки (наприклад, енергоефективність та енергоспоживання будівлі, комплексні розрахунки на довготривалість, вогнестійкість та міцність як усієї будівлі, так і її окремих елементів) та аналіз отриманих результатів [8].

Інформаційне моделювання будівництва BIM (Building Information Modeling) – це організаційний і технологічний підхід до проектування, будівництва й експлуатації об'єкта будівництва

(до управління життєвим циклом об'єкта), який передбачає збір і комплексну обробку в процесі проектування всієї проектно-конструкторської, технологічної, економічної та іншої інформації про об'єкт будівництва із усіма її взаємозв'язками і залежностями, коли об'єкт будівництва і все, що має до нього відношення, розглядаються як єдиний об'єкт [9].

Інформаційне моделювання будівлі (building information modeling, BIM) – це технологія оптимізації процесів проектування і будівництва, в основі якої лежить використання єдиної моделі будівлі й обмін інформацією по будь-якому об'єкту між усіма учасниками, протягом усього життєвого циклу – від задуму власника і перших начерків архітектора до технічного обслуговування готового будинку [10].

Аналізуючи дефініції BIM, можна зробити висновок про необхідність більш чітко розрізняти, про який об'єкт ідеться. Так, є частина визначень, що стосуються безпосередньо моделі будівлі (Building Information Model), процесу життєвого циклу будівлі (Building Information Modeling) та всієї системи інвестиційно-будівельного процесу (Building Information Management).

На нашу думку, найбільш чітко розподіл визначень BIM за трьома вищезазначеними напрямками наведено у звіті Building SMART International [11]:

Building Information Model – це цифровий опис фізичних і функціональних властивостей споруди, що є джерелом знань і різних даних про об'єкт та повною мірою доступний для учасників інвестиційного процесу і становить основу для прийняття рішення в процесі будівництва, від розробки концепції до знесення будівлі.

Building Information Modeling – це творчий процес генерації та використання даних про споруду, її проектування, будівництво й експлуатацію під час повного життєвого циклу. BIM створює можливість доступу до інформації про об'єкт усіх зацікавлених учасники інвестиційно-будівельного процесу.

Building Information Management – це система організації і контролю інвестиційно-будівельного процесу за допомогою використання параметрів цифрової моделі будівлі для організації обміну інформацією під час усього інвестиційного циклу. Ефекти виникають унаслідок: централізованого обміну даними, візуальної комунікації за допомогою тривимірних об'єктів, раннього розпізнання можливості, використання сталого, інтердисциплінарного та інтерактивного проектування, контролю в процесі та на місці будівництва, регулярної актуалізації документації (проектні зміни, під час будівництва, а також у процесі експлуатації).

Поява нової технології, яка допомагає в управлінні проектами, реалізаційними й операційними процесами, викликає багато різнопланових думок. Але більшість науковців погоджується з тим, що BIM став визначенням цифрового стандарту технологічної системи

інформаційного моделювання споруд, метою функціонування якого є досягнення максимальної інтеграції між різними етапами будівельно-інвестиційного процесу та створення моделей «розумних» параметризованих об'єктів [12; 13].

Із розвитком технологій будівництва, змінюються і вся проектна документація ускладнюється, при цьому обсяг її неухильно зростає. Проектувальники змушені обробляти все більше і більше інформації, яка випереджає і супроводжує процес роботи над проектом. Потік інформації продовжує надходити і після здачі об'єкта в експлуатацію, оскільки зведена будівля тісно взаємодіє з навколишнім середовищем та іншими об'єктами. Також не варто забувати і про життєзабезпечення споруди, управління внутрішніми процесами. У геометричній прогресії зростає ймовірність виникнення помилок, а зі збільшенням вартості проекту зростає і вартість помилок.

У відповідь реакцією на перераховані вище проблеми стала концепція інформаційного моделювання будівель. Інформаційне моделювання як підхід до проектування будівель передбачає насамперед збір, зберігання і комплексну обробку в процесі проектування всієї архітектурно-конструкторської, технологічної, економічної та іншої інформації про будівлю з усіма її взаємозв'язками і залежностями, коли будівля і все, що має до неї відношення, розглядаються як єдиний об'єкт.

Бурхливий розвиток інформаційних технологій вимагає принципово нових підходів в архітектурно-будівельному проектуванні і розробці проектно-кошторисної документації, що полягають у створенні комп'ютерних моделей будівель і споруд, що несуть у собі всі відомості про майбутні об'єкти.

Головним принципом BIM є співпраця різних зацікавлених сторін під час окремих фаз життєвого циклу об'єкту, що дозволяє впровадження, отримання та актуалізацію інформації з метою підтримки і відображення ролі кожного користувача [14].

Отже, моделювання інформації про будівлю є системою, яка дозволяє цифровий опис багатьох параметрів будівельного об'єкту на етапах проектування, реалізації та використання.

Істотним є те, що опис параметрів BIM відбувається параметрично, що є принциповою перевагою і новаторським підходом. Але однією з основних ідей пов'язаних із BIM є можливість визначення й опису не тільки геометричних і матеріальних параметрів об'єкту, а також грошових і часових факторів. Завдяки цьому BIM дозволяє опис об'єкту, що охоплює всі фази, пов'язані з його виникненням і функціонуванням, від початкових концептуальних робіт, через етапи проектування, реалізації, експлуатації, і аж по ліквідацію.

На сьогодні не існує загальноприйнятого визначення й єдиних стандартів до побудови інформаційної моделі об'єкта, але були сфор-

мовані основні принципи, яким вона повинна відповідати:

1. Єдина інформаційна модель є узгодженим банком даних графічної і описової інформації, базою даних проекту, загальною для всіх частин і етапів проекту. Інформація може бути отримана з моделі за потребою.

2. Ґрунтуючись на єдиній інформаційній моделі об'єкта, формується єдина стратегія управління проектуванням, виробництвом і процесом реалізації будівельного об'єкта.

3. Забезпечується підтримка розподілених груп: люди, інструменти і завдання можуть ефективно і спільно використовувати цю інформацію, що виключає надмірність, повторне введення і втрату даних, помилки під час їх передачі та перетворення.

4. Універсалізація форматів обміну даними між програмними комплексами різного призначення.

Стандартні системи CAD дозволяють створення тривимірних моделей, які називають 3D моделями. Система BIM виходить за ці межі, даючи можливості для моделювання, що визначається як 4D, 5D, 6D та навіть 7D.

Технологію BIM від 4D до 7D можна описати так:

– 4D – віртуальна модель будівлі з планами побудови і можливістю контролю процесу побудови, одночасно з візуалізацією будівлі в обраному часі;

– 5D – створює можливість виготовлення більш точної кошторисної документації, мінімізації ваги помилки, а також контролю витрат на етапі будівництва;

– 6D – дотримання принципів сталого розвитку в будівельному процесі. Завдяки цій технології вже на фазі проектування можна оцінити майбутню будівлю з точки зору енергозбереження, використання сонячної енергії;

– 7D – моделювання, ґрунтоване на Facility Management, що полягає на управлінні будівельним об'єктом протягом цілого циклу життя від проектування до ліквідації.

Інтеграція багатьох площин проектування дозволяє аналізувати речі, які донедавна здавалися за межами проектування. Навіть у разі найнижчого рівня BIM 3D актуальні аплікації мають набагато більше можливостей, ніж стандартні системи CAD, обмежені найчастіше визначенням геометрії і матеріалу елементів, що проектується.

Системи BIM 3D дозволяють параметризаційний опис геометричних і матеріальних ознак, дають можливість щодо використання найновіших доступних технологій пов'язаних із виробництвом і переробкою будівельних елементів, наприклад, обробка на станках із ЧПУ чи різання лазером. Істотною перевагою систем BIM 3D є також можливість створення фото реалістичних зображень завдяки застосуванню відповідного програмного забезпечення об'єднаного з центральною аплікацією BIM. Системи «вище»

3D дають можливість включати та враховувати в комплексі такі параметри, як час, вартість, а також інші параметри, що спрямовані на сталий розвиток і управління об'єктом.

Вважають, що BIM 4D дає можливість об'єднувати геометричну та матеріальну інформацію з часовими параметрами, які допомагають під час планування та створення графіків, пов'язаних із об'єктом будівництва.

У випадку BIM 5D разом із параметрами характерними для BIM 4D існує можливість визначення витратних параметрів. Це настільки важливо, що дозволяє моделювати, а тим самим оцінювати й аналізувати витрати, які є або можуть генеруватися в процесі всього життєвого циклу об'єкта. Цим самим BIM 5D дозволяє здійснення моделювання витрат, що на цей час є одним із найістотніших чинників, які зумовлюють цілий ринок будівельних інвестицій.

BIM 6D дозволяє здійснювати розрахунки енергоефективності та енергоспоживання будівлі, а також комплексні розрахунки всієї будівлі (з урахуванням місця розташування) і всіх її елементів одночасно. У разі застосування BIM 6D та 7D ми додатково отримуємо можливість збору та використання різноманітної інформації про об'єкт в одній центральній системі, яка дозволяє ефективно використання будівлі час її експлуатації. Завдяки цьому основною функціональністю системи BIM 6D та 7D є застосування під час управління об'єктами.

Як видно, системи комп'ютерного проектування CAD упродовж відносно короткого часу еволюціонували до дуже розвиненої системи інформаційного моделювання будівлею, ідея і можливості якої знаходяться далеко поза описом і моделюванням геометрії та матеріалів на етапі проектування.

Враховуючи вищезазначене, BIM можна описати як спосіб:

– розробки стратегії реалізації будівельного проекту, а саме ключових його етапів: проектування, будівництва, експлуатації за допомогою моделювання та комп'ютерної імітації самого об'єкта та його цілого життєвого циклу;

– забезпечення інтегрованого управління графічними даними і потоками інформації в поєднанні з описом процесу, у межах єдиного інформаційного середовища;

– перетворення окремих виконавців у колективи для вирішення складних завдань й інтеграції окремих завдань у процеси;

– швидшого, більш ефективного, менш витратного виконання різних операцій протягом усього життєвого циклу будівельного проекту.

Висновки. Отже, на підставі опрацьованих праць вітчизняних та іноземних вчених розглянуто наукові підходи до визначення поняття «інформаційне моделювання», «інформаційна модель». Щодо дефініції BIM необхідно чітко розрізнити про який об'єкт ідеться: безпосередньо модель будівлі (Building Information Model), процес життєвого циклу будівлі (Building Information

Modeling) чи вся система інвестиційно-будівельного процесу (Building Information Management). Досліджено еволюцію, етапи становлення (від 3D моделі до 7D моделей) та перспективи розвитку інформаційного моделювання в будівництві.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК:

1. Козлов И. Оценка экономической эффективности внедрения информационного моделирования зданий / И. Козлов // Архитектура и современные информационные технологии / АМІТ: електрон. журн. – 2010. – 1(10). [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.marhi.ru/AMIT/2010/1kvart10/kozlov/kozlov.pdf>.
2. Kossakowski P. Zastosowanie technologii przetwarzania w chmurze obliczeniowej w procesie realizacji inwestycji budowlanych, Przegląd Budowlany, 2013, nr 12.
3. Eastman C. The use of computers instead of drawings in building design, AIAJournal, 1975, March, Vol. 63, nr 3. – P. 46–50.
4. Аркада. [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://www.arcada.com.ua/infot/190209_2.html.
5. Grilo A. Jardim-Goncalves R.: Value proposition on interoperability of BIM and collaborative working environments. Automation in Construction 19, 2010. – P. 522–530.
6. САПРяженные 2012. Революції в проектуванні. [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://isicad.ru/ru/articles.php?article_num=13992.
7. Зодчий. Для студентов-строителей. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.bim-cad.org.ua/index.php?option=com_content&view=article&id=248:-bim&catid=27:2011-02-04-12-52-39&Itemid=90.
8. Барабаш М. Використання методів інтеграції для створення узагальненої інформаційної моделі будівельного об'єкта / М. Барабаш, К. Київська // Управління розвитком складних систем. – 2016. – № 25. – С. 114–120.
9. Максимычев О. Концепция автоматизированной системы управления дорожно-строительными работами / О. Максимычев // Автоматизация и управление в технических системах (АУТС). – 2015. – № 1. – С. 80–91.
10. Возврат инвестиций в технологию BIM. – Autodesk, 2007. – 345 с.
11. Building SMART International, raport 31.01.2012. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://buildingsmart.pl/bimpl.htm>. – Назва з екрану.
12. Lee S., Ha M.: Customer interactive building information modeling for apartment unit design. Automation in Construction 35, 2013. – P. 424–430.
13. Leite F., Akcamete A., Akinci B., Atasoy G., Kiziltas S.: Analysis of modeling effort and impact of different levels of detail in building information models. Automation in Construction 20, 2011. – P. 601–609.
14. National Building Information Model Standard Project Committee, [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.buildingsmartalliance.org/index.php/nbims/faq>.