

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Сучасні технології
та методи розрахунків у будівництві

Збірник наукових праць

Випуск 8

Луцьк – 2017

У збірнику висвітлюються результати експериментально-теоретичних досліджень будівельних матеріалів і конструкцій, технологій їхнього виготовлення та експлуатації, теорії опору елементів будівельних конструкцій зовнішнім впливам, методів їхнього розрахунку.

Призначений для наукових працівників, спеціалістів проектних установ і виробничих підприємств будівельної галузі, докторантів, аспірантів і студентів вищих навчальних закладів.

Редакційна колегія:

Головний редактор - Шваб'юк В.І., д.т.н., професор (Луцький НТУ);

Заступник редактора - Максимович В.М., д.ф.-м.н., професор (Луцький НТУ);

Відповідальний секретар - Андрійчук О.В., к.т.н. (Луцький НТУ);

Бабич Є.М., д.т.н., професор (Національний університет водного господарства та природокористування); Белятинський А.О., д.т.н., професор (Національний авіаційний університет); Богаткевич Януш, доктор інженерії (Люблінська політехніка, Польща); Бондарський О.Г., к.т.н., доцент (Луцький НТУ); Делявський М.В., д.т.н., професор (Луцький НТУ); Жданюк В.К., д.т.н., професор (Харківський національний автомобільно-дорожній університет); Іванченко Г.М., д.т.н., професор (Київський національний університет будівництва і архітектури); Карась Славомір, доктор інженерії (Люблінська політехніка, Польща); Максимович О.В., д.т.н., професор (НУ "ЛП"); Наумов В.С., д.т.н., професор (Краківська політехніка, Польща); Пастернак Я.М., д.ф.-м.н., доцент (Луцький НТУ); Пустюльга С.І., д.т.н., професор (Луцький НТУ); Савенко В.Я., д.т.н., професор (Національний транспортний університет); Солодкий С.Й., д.т.н., професор (Національний університет "Львівська політехніка"); Грач В.М., д.т.н., професор (НУВГП); Ужегова О.А., к.т.н., доцент (Луцький НТУ).

Технічний секретар - Ужegov С.О.

Зареєстрований Державною реєстраційною службою України (свідоцтво серія КВ, № 20340-10140Р від 31.05.2013 р.).

Включений Міністерством освіти і науки України до переліку наукових фахових видань України (Наказ МОН України, № 747 від 13.07.2015 р.).

Матеріали збірника рекомендовані до друку на засіданні Вченої ради Луцького НТУ (протокол № 5 від 29 грудня 2017 р.).

Адреса редакції: 43018, м. Луцьк, вул. Потебні, 56, Луцький НТУ, кафедра "Будівництво та цивільна інженерія", e-mail: Zbirnukfbd@gmail.com,

<http://bf.lntu.edu.ua/fakultet/zbirnuk.html>, телефон (0332) 26-24-60.

УДК 004.942, 624

КОМП'ЮТЕРНІ ТЕХНОЛОГІЇ ІНФОРМАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД

COMPUTER TECHNOLOGIES OF INFORMATIONAL MODELING BUILDING I CONSTRUCTION

**Самчук В.П., к.т.н., доц., Троць В.Я., магістр будівництва,
(Луцький національний технічний університет, м. Луцьк)**

**V. Samchuk, Ph.D., associate professor, V. Trots, MSc in civil
engineering (Lutsk National Technical University, Lutsk)**

У статті розглядаються основні принципи концепції інформаційного моделювання будівель і споруд. Впровадження нових методів архітектурно-будівельного проектування на основі створення віртуальних моделей будівель і споруд дозволяє скоротити терміни та підвищити якість розробки проектно-кошторисної документації.

Design is the initial stage of the construction process. Therefore, it is necessary to train skilled specialists who will implement new technologies in the process of design documentation development.

The information model of the building contains a three-dimensional model and somehow organized information about the design object. This information is used at the design stage, during the construction phase, during the operation and further demolition of the building. It is important to understand that the information model of a building is a virtual model, the result of the application of computer technologies. BIM is a virtual copy of a real building. At the initial stage of model creation there is a small set of information, but sufficient to get started. In the design process, the model is complemented with the necessary information, and becomes more complete.

Introduction of new methods of architectural and construction design on the basis of the creation of virtual models of buildings and structures can shorten the timing and improve the quality of design estimates.

Ключові слова: комп'ютерна модель, інформаційне моделювання будівель, нові технології проектування.

Keywords: computer model, information modeling of buildings, new design technologies.

Розвиток інформаційних технологій у архітектурно-будівельному проектуванні вимагає пошуку нових принципів розробки проектно-копторисної документації, що полягають у створенні комп'ютерних моделей будівель і споруд, які містять у собі максимальний обсяг інформації про об'єкт.

Аналіз останніх досліджень і публікацій, в яких започатковано розв'язання даної проблеми. Термін «BIM» (Building Information Modeling або Building Information Model) [1] фахівці почали використовувати порівняно недавно, хоча сама концепція комп'ютерного моделювання з максимальним урахуванням усієї інформації про об'єкт набула конкретних обрисів уже давно. З кінця ХХ століття такий підхід у проектуванні поступово формувався у середовищі CAD-технологій у результаті діяльності компаній: Autodesk, Grafisoft, Tekla, Bentley та ін.

Проектування – це початковий і чи не найважливіший етап процесу будівництва, тому необхідно підготувати кваліфікованих фахівців, які будуть впроваджувати нові технології в процесі розробки проектно-копторисної документації. Вони повинні впевнено й досить швидко перейти від сформованого роками двомірного мислення до тривимірного проектування, в форматі інформаційного моделювання будівель і споруд.

Архітектурно-будівельна галузь зазнає змін, які за своєю революційністю перевершують навіть перехід від ручного креслення до автоматизованого. Зараз неможливо ефективно обробляти величезний потік інформації колишніми застарілими засобами. Аналізувати дані, пов'язані з будівлею, необхідно навіть після того, як вона спроектована та вже побудована, оскільки новий об'єкт переходить у стадію експлуатації, відбувається його взаємодія з навколишнім середовищем [2].

Інформаційна модель будівлі (BIM) містить тривимірну модель і певним чином організовану інформацію про об'єкт, яка використовується як на стадії проектування й будівництва, так і в період експлуатації та подальшого знесення будівлі.

При цьому важливо підкреслити, що інформаційна модель будівлі – це віртуальна модель, результат застосування комп'ютерних технологій. В ідеалі BIM – це віртуальна копія будівлі. На

початковому етапі створення моделі ми маємо незначний набір інформації, але достатній для початку роботи. Потім, у процесі проектування, модель доповнюється необхідною інформацією, і стає більш повноцінною [3].

Інформаційна модель будівлі може використовуватися для:

- аналізу та прийняття проектних рішень;
- створення детальної проектної документації;
- прогнозування експлуатаційних якостей об'єкта;
- складання кошторисної документації;
- замовлення матеріалів і обладнання;
- керування процесом зведення будівлі;
- управління засобами технічного оснащення будівлі протягом усього життєвого циклу;
- проектування та проведення реконструкції або ремонту;
- підготовки будівлі до знесення й утилізації.

Впровадження технології ВІМ дозволяє проектантам, підрядникам і замовникам отримати можливості:

- створювати узгоджені проектні рішення та документацію;
- виконувати візуалізацію та моделювання, розраховувати кошторисну вартість й експлуатаційних характеристик об'єкта;
- здійснювати проектування з мінімальним шкідливим впливом на навколишнє середовище.

Тривимірне моделювання, автоматизоване отримання креслень, інтелектуальна параметризація об'єктів, розподіл процесу будівництва по тимчасових етапах – вважають основними принципами інформаційного проектування.

Традиційні програми, які використовуються сьогодні в більшості проектних організацій, такі як AutoCad, GstarCAD, progeCAD, ZWCAD, БудКАД та ін., як правило, застосовуються для створення двовимірних креслень у вигляді множини ліній. При використанні ВІМ-технології кожен об'єкт, крім графічного зображення, містить інформаційну складову: використані матеріали, їх фізичні характеристики, вартість, а також інші параметри. Все це дозволяє не просто отримати будівельне креслення, але створює інформаційну базу для ефективного управління вартістю будівництва.

Концепція інформаційного моделювання будівлі – це набагато більше, ніж просто новий метод проектування. Це принципово інший підхід оснащення будівлі, забезпечення її експлуатації та

ремонту, управління життєвим циклом об'єкта та зменшення негативного впливу на навколишнє середовище.

Концепція інформаційного моделювання будівлі успішно використовується для вирішення задач формування, використання простору й візуалізації проекту. Це забезпечують такі його інструменти як реалістична візуалізація та пошук конфліктів взаємного розташування об'єктів.

Інформаційна модель будівлі – це готовий продукт, в якому традиційні креслення є лише одним з компонентів. Важливою складовою цієї моделі є інформація про вартість матеріалів, будівельно-монтажних робіт, послуг. Ця інформація автоматично оновлюється відповідно до ситуації на ринку. Забудовник має доступ до інформаційної моделі. Таким чином фахівці можуть віддалено підключатися до системи й отримувати потрібні їм додаткові креслення та повну інформацію про об'єкт.

ВІМ має очевидні переваги перед традиційним проектуванням:

- можливість вносити зміни в конструкції;
- проектувати переоснащення будівлі новим інженерним обладнанням, доводячи його експлуатаційні характеристики до сучасного рівня вимог;
- відстежувати поточний стан будівлі і своєчасно вживати заходів щодо ремонту;
- ефективно експлуатувати існуючі об'єкти.

У процесі проектування часто доводиться вносити велику кількість змін у креслення під час корегування проектних рішень. Якщо проект завершений і будова знаходиться на стадії зведення, то безболісне редагування практично неможливе. Застосування технології ВІМ допомагає вирішити ці питання й істотно полегшує колективну роботу інженерів і проєктантів над об'єктом.

Застосування технології інформаційного моделювання будівель значно полегшує взаємодію різних фахівців. Це спонукає архітекторів й інженерів працювати по-новому, допомагає всім учасникам процесу побачити й оцінити проєкт ще до того, як почнеться будівництво.

Одне з найголовніших досягнень ВІМ – можливість отримати максимальну відповідність експлуатаційних характеристик будівлі вимогам замовника, оскільки технологія ВІМ дозволяє з високим ступенем достовірності відтворити реальний об'єкт з усіма конструкціями, матеріалами, інженерним оснащенням і

технологічними процесами, а також на віртуальній моделі перевірити ефективність проектних рішень.

Сьогодні існує велика кількість програмних комплексів, які дозволяють реалізувати BIM: Autodesk Revit, Digital Project, Bentley Architecture, Allplan, ArchiCAD, програмний комплекс САПФР-3D – ЛПА-САПР 2017. Проектування з використанням технології BIM є інтегрованим: фахівці краще розуміють сутність проекту та його очікувані результати. Підвищується рівень координації та якість робіт, скорочуються витрати часу й коштів, навіть на ранніх стадіях проєктанти мають достатньо інформації для прийняття обґрунтованих рішень.

Застосування технології інформаційного моделювання будівель дозволяє виконувати проєкти більш раціональними з точки зору екології. Більшість інформації, необхідної для дотримання санітарно-екологічних вимог, виконання розрахунків, контролю нормативних показників, можна взяти з самої моделі, забезпечуючи тим самим економію часу і коштів.

BIM – це не окрема тривимірна модель будівлі або окрема база даних. Це цілий взаємопов'язаний і складнопідрядний комплекс таких моделей і баз даних, що можуть формуватися різними програмами та взаємопов'язані за допомогою цих же програм.

BIM не є «штучним інтелектом». Зібрана в моделі інформація про будівлю повинна аналізуватися на предмет виявлення в проєкті можливих неточностей та колізій проєктантом. Наприклад, якщо в моделі зменшити кількість утеплювача, то BIM-програма не думатиме за проєктанта, як вчинити: чи то додати (закупити) ще утеплювач, чи зменшити площу приміщень, чи посилити систему опалення і т.п. Це інженер повинен вирішувати сам.

BIM не ідеальна, оскільки вона створена людьми й отримує від них інформацію, а їм властиво помилятися. Неточності можуть з'являтися безпосередньо при внесенні даних, при створенні BIM-програм, навіть при роботі комп'ютерів. Але цих помилок виникає значно менше, ніж у випадку, коли людина сама маніпулює інформацією. BIM має набагато більше внутрішніх рівнів програмного контролю коректності даних. Сьогодні ця технологія найкраща з того, що існує в цьому напрямку діяльності.

BIM-технології – це нове використання програмних продуктів, засноване на технології інформаційного моделювання. Технологія BIM є основою і для галузевих рішень, що дозволяє вибудувати

ефективну технологію комплексного проектування: землеустрою та генплану, архітектури, будівельних конструкцій, обладнання та інженерних мереж. Використання даної технології – це стратегічне питання, що має принципове значення для подальшого розвитку будівельної галузі, і його своєчасне вирішення – об'єктивна необхідність.

Впровадження технології BIM у світову проектну практику в даний час знаходиться на своїй початковій стадії, ще не вироблений єдиний стандарт для файлів програмних систем, що створюють інформаційні моделі будівель, або обміну даними між ними, але таке розуміння готується і робляться спроби розробки єдиної системи.

Висновок. Отже, застосування програмних комплексів які підтримують концепцію інформаційного моделювання будівель дозволяє підвищити якість і швидкість розробки проектної документації, збільшити рентабельність робіт, мінімізувати будівельні й експлуатаційні ризики, пов'язані з помилками проектування.

Інформаційне моделювання будівель являє собою комплексний процес, який базується на використанні точних і скоординованих даних на всіх етапах проектування: від розробки концепції будівлі до її зведення та здачі в експлуатацію. Технологія BIM допомагає архітекторам, інженерам, підрядникам і замовникам отримати якісно новий рівень взаємодії, в результаті якої буде сформовано сучасний економічно-ефективний будівельний продукт.

В Україні впровадження технологій інформаційного моделювання будівель відбувається повільно, носить в основному не системний характер і не має необхідного рівня державної підтримки.

1. Building Information Modeling (BIM) is an intelligent 3D model-based on architecture, engineering, and construction professionals[Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.autodesk.com/solutions/bim/overview>.

2. Eastman, Chuck. What is a BIM? [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://bim.arch.gatech.edu/?id=402>.

3. National Building Information Model Standard Project Committee. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.buildingsmartalliance.org/index.php/nbims/faq/>

З М І С Т

Pushkar N.V., Pashinsky V.V.,	The influence of solar radiation on the temperature of outdoor metal structures.....	3
Андрійчук О.В., Шимчук О.П., Ужегов С.О., Коукла А., Куницький С.О.	Розвиток будівельної галузі лівії на прикладі реалізації проекту «Велика рукотворна ріка»	9
Андрушков В.І., Кузьмич І.М.	Залежність величини вантажопідйомності бетонної балки від місця її попереднього обтиснен	17
Антипенко Є.Ю., Щербіна Л.В., Жердев С.С.	Порівняльний аналіз конструктивних особливостей сучасних багатопустотних перекриттів	24
Банах А.В., Ткаченко В.Б.	Про непроєктні фактори впливу на напружено-деформований стан будівель і споруд з тривалим терміном експлуатації	32
Бондар В.О., Ахмеднабієв Р.М., Ахмеднабієв Р.Р.	Оптимізація складів бетонів на основі золошлаків котлів з циркуляційним киплячим шаром.....	40
Борисюк О.П., Зятюк Ю.Ю., Лісюк М.О., Крамаренко А.В.	Сумісна робота шарів підсилення залізобетонних балок	50
Валовой О.І., Попруга Д.В., Чорна К.В.	Особливості використання композитної арматури в згинальних бетонних елементах.....	58
Доля К.В.	Визначення пасажирських кореспонденцій в транспортних системах	65
Дробішинець С.Я., Єрїфаві Тарек	Методика дослідження фізико-механічних властивостей щебенево-мастикових асфальтобетонів	71
Задорожнікова І.В., Кух С.П.	Методи та способи застосування складних полімерів при підсиленні залізобетонних конструкцій	81

Іванейко І.Д., Мудрий І.Б., Олексів Ю.М.	Методика формування ефективних комплектів стрілових кранів в умовах обмеження терміну будівництва.....	87
Іваник І.Г., Вибранець Ю.Ю., Віхоть С.І.	Розрахунок підсилення перекриття сталезалізо-бетонною конструкцією.....	95
Коверніченко Л.М.	Заповнювачі для бетону і взаємодія їх з водою	103
Коломійчук Г.П., Майстренко О.Ф., Коломійчук В.Г.	Ефективні залізобетонні оболонки і їх вибір для заданого плану будівлі.....	111
Корнієць А.В.	Визначення екологічних факторів для формування та реалізації геоекологічного моніторингу використання земель міст.....	119
Коробко О.О., Вировой В.М., Варич Г.С., Яковенко І.О.	Механізми розвитку структури бетону при малоциклових утомних навантаженнях.....	126
Кріпак В. Д., Антонов Р.Є.	Монолітні плоскі перекриття з порожнистими вклядищами.....	135
Куницький С.О., Пінчук О.Л., Шевченко Т.О., Шевченко А.О., Андрійчук О.В.	Розрахунок та проектування станції водопідготовки	146
Купченко Ю.В., Дібров І.О.	Ефективні елементи сталевих рам двотаврового перерізу	154
Маліков В.В., Панасюк Я.І., Ящук Ю.Ф.	Укріплення ґрунту цементом та добавкою «Hydrostop».....	159
Мікуліч О.А.	Розподіл динамічних напружень у пластинчатих елементах конструкцій з отворами за дії нерівномірного імпульсного навантаження	164

Моркляник Б.В., Проценко П.О., Іваськевич О.М.	Розрахунок несучої здатності одиночної висячої палі при циклічному замерзанні-розмерзанні ґрунту основи при роботі теплового насоса.....	172
Нестеренко С.І.	Геоінформаційне забезпечення ефективного використання та адміністрування земель міст.....	184
Пасічник Р.В., Пасічник О.С., Матвійчук С.В.	Дослідження факторів, що впливають на пожежну безпеку деревини.....	193
Пашинський М.В.	Запаси територіального районування кліматичних навантажень в ДБН в.1.2-2:2006.....	201
Петраш О.В., Попович Н.М., Соколов І.А., Кривовязько К.В., Ошовська К.О.	Дослідження технології буріння при підготовці основи об'єктів зберігання та переробки нафтопродуктів.....	209
Радзінська Ю.Б.	Теоретичні підходи щодо оцінки інвестиційної привабливості земель міст.....	215
Самчук В.П., Троць В.Я.	Комп'ютерні технології інформаційного моделювання будівель і споруд.....	221
Стойнов В.В., Жгаллі Ш.	Испытание составных оболочек типа гиперболический параболоид из параболических и асимптолических панелей на действие статической нагрузки.....	227
Хільченко О.П.	Залежність властивостей сировинних гранул штучного пористого заповнювача – пульпопору від фізико механічних характеристик техногенної сировини гірничо-металургійних підприємств Кривого Рогу	245
Чапук О.С., Олех В.В., Орешкін Д.О.	Зчеплення важкого бетону з композитною склопластиковою арматурою покритою водовідштовхувальною композицією «Сілол®».....	253

Чернишев Д.О.	Поліпшення стану «Стійкості щодо зсуву» територій річкового та морського узбережжя в проектах біосферосумісного будівництва.....	261
Шваб'юк В.І., Ротко В.О., Ротко С. В.	Уточнений розрахунок підсилених балок методом приведених перерізів. Повідомлення 2. Уточнений розрахунок пакету балок за некласичною моделлю коротких балок.....	269
Шишкін О.О., Эддин Халид	Реакційні порошкові бетони на змішаному заповнювачі.....	277

"Сучасні технології та методи розрахунків у будівництві", випуск 8, 2017

Наукове видання

Сучасні технології та методи розрахунків у будівництві

Збірник наукових праць

Випуск 8

Верстка О.З. Шафранська

Редактор В.І. Шваб'юк

Підписано до друку 29 грудня 2017 р. Формат 60 × 84 1/16.
Папір офсетний

Гарнітура Times New Roman. Друк графаретний.
Умовн. друк. арк. 18,0. Тираж 100 пр. Зам. №___

Віддруковано РВВ Луцького НТУ, 43018, м. Луцьк, вул. Львівська, 75

Свідоцтво Держкомтелерадіо України ДК №4123 від 28.07.2011 р.