

Чернишев Денис Олегович

Доктор технічних наук, доцент, перший проректор, *orcid.org/0000-0002-1946-9242*

Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ

Київська Катерина Іванівна

Кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри інформаційних технологій, *orcid.org/0000-0003-0906-1128*

Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ

Цюцюра Світлана Володимирівна

Доктор технічних наук, професор, професор кафедри інформаційних технологій, *orcid.org/0000-0002-4270-7405*

Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ

Цюцюра Микола Ігорович

Кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри інформаційних технологій, *orcid.org/0000-0003-4713-7568*

Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ

Гоц Владислав Володимирович

Кандидат технічних наук, доцент кафедри інформаційних технологій, *orcid.org/0000-0003-4384-4011*

Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ

**ВПРОВАДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ МОДЕЛЮВАННЯ
ІНФОРМАЦІЙНИХ ОБ'ЄКТІВ НА ЕТАПАХ ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ**

Анотація. Проблема інноваційного підходу у сфері проектування важлива для всього будівельного комплексу. На сьогодні момент змінилися технологічні можливості проєктних організацій, що обумовлено масштабним застосуванням сучасних проєктних рішень на основі інноваційного програмного забезпечення, автоматизованих комплексів, засобів розрахунку з підвищеною продуктивністю. У сучасних умовах для успішної реалізації проєкту необхідно широке використання інформаційних технологій. Новий рівень задоволення цих потреб забезпечують сучасні системи автоматизованого проектування, що реалізують технологію інформаційного моделювання будівель. Для визначення напряму подальших перспективних досліджень за цим напрямом були проаналізовані та узагальнені інноваційні підходи в проектуванні будівельних об'єктів. Запропоновано шляхи комплексного використання програмних комплексів автоматизованого проектування на різних етапах життєвого циклу об'єктів будівництва.

Ключові слова: BIM-технологія; агентне моделювання; інформаційне моделювання; інтеграція; параметричне моделювання

Постановка проблеми

Нині проблеми інноваційного підходу до проектування об'єктів будівництва стали вкрай важливими. Процеси будівельної діяльності за останні десятиліття функціонально не змінилися, проте технологічно і організаційно значно ускладнилися. Вони були вдосконалені за рахунок застосування інформаційних технологій, однак залишаються дотепер не досить ефективними і дорогими через відсутність належної інтеграції між різними стадіями. Крім цього, будівельні процеси знаходяться в стані інформаційного перевантаження внаслідок збільшення обсягу, різноманітності, складності будівельної інформації і не відповідають сучасним вимогам постійного і ефективного обміну будівельної інформації між усіма учасниками будівельної діяльності.

Актуальність проблеми обумовлена тим, що використання BIM-технологій в будівельному процесі в Україні перебуває на початковій стадії. Воно супроводжується багатьма проблемами (наприклад, різноманітність будівельної інформації, відсутність єдиного підходу до подання об'єктів будівництва в різних програмних комплексах і проблемами інтеграції між цими програмними комплексами), які потрібно вирішити для отримання ефективних результатів від застосування технології.

Технологія будівельного процесу може бути визначена як потік інформації, результатів, технічних характеристик та інших ресурсів між певними людьми в певний час. Підтримка плавного потоку інформації про об'єкт будівництва є основною задачею у процесі розрахунку вартості перетворення архітектурного проєкту в реальний об'єкт. Проте проєктувальники, інженери та

конструктори мають зосередитися тільки на процесі передачі інформації, ігноруючи те, що відбувається в процесі самої передачі, оскільки втрата інформації при передачі та проєктні помилки є головними проблемами в процесі проєктування, що призводять до затримок і збільшення витрат на будівництво. Традиційні методи планування і управління, які застосовуються при проєктуванні не враховують робочий процес та недоліки передачі інформації.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Основні принципи BIM (Building Information Modeling або Building Information Model) були сформульовані в 1986 році Робертом Ейшем. Вони полягають в тому, що BIM це: тривимірне моделювання; автоматичне отримання креслень; інтелектуальна параметризація об'єктів; набори проєктних даних та відповідних об'єктів; розподіл процесу будівництва в часі [1].

На сьогодні є велика кількість програмних комплексів для інформаційного моделювання будівель: Autodesk Revit Structure Suite (AutoCAD Structural Detailing, AutoCAD, Revit Structure, СПДС, 3ds Max Design), ArchiCAD, сімейство ЛІРА-САПР (ЛІРА-САПР, САПФІР-3D [3]) Tekla Structures, Digital Project, AllPlan, SCAD, Autodesk та ін. [4]. Кожен з цих програмних комплексів відповідає основним принципам BIM і покриває низку завдань автоматизованої технології багатовимірного моделювання (2D, 3D).

Мета статті

Метою роботи є формулювання концепції використання BIM-технологій в будівельному процесі на різних етапах життєвого циклу об'єктів будівництва.

Виклад основного матеріалу

Сприймаючи процес проєктування як потік інформації, а не жорстку послідовність задач, можна сформулювати кращий підхід до управління будівництвом [2]. Така концептуалізація є основою для пошуку шляхів скорочення часу, який витрачається на перероблення інформації про об'єкт будівництва, відповідно до вимог, і допомагає уникнути непотрібного опрацювання застарілих даних. Такий підхід має вирішальне значення для інтеграції і координації будівельної інформації в поточний момент, підвищення складності конструкції залежно від потреб клієнтів, а також швидкого поширення інформації між декількома розподіленими проєктними групами. У зв'язку з цим на етапі проєктування має бути правильно організована соціально-організаційна структура

об'єкта будівництва і налагоджено процес обміну інформацією.

Інформаційне моделювання будівлі (BIM-технологія) – це сучасний підхід до проєктування – будівництва – експлуатації. Можна сказати, що BIM – це чисельне представлення і 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 всю інформацію про технічні, правові, майнові, експлуатаційні, енергетичні, екологічні, комерційні і інші характеристики об'єкта будівництва [5].

Завдяки високій точності і детального опису моделі ця технологія допомагає проводити різні розрахунки (наприклад, енергоефективності та енергоспоживання будівлі, комплексні розрахунки на довговічність, вогнестійкість і надійність як всієї будівлі, так і її окремих елементів) і аналіз отриманих результатів.

У класичному випадку BIM-технологія має вирішувати завдання планування, проєктування, будівництва, експлуатації, будівельного нагляду і ліквідації об'єктів будівництва.

Альтернативний аналітичний підхід, запропонований в цьому дослідженні, складається з технології моделювання на основі агентів для інтеграції двох аспектів, необхідних для відображення складності процесу проєктування: топологія соціальної мережі та динаміка проєктної інформації. Процес розроблення будівельних проєктів – це складна система, що складається з великої кількості людей, які працюють в командах, що знаходяться в різних місцях з різними задачами та можливостями, які об'єднуються для реалізації проєкту з обмеженими ресурсами (такими як час, кошти та інформація). Зі змінами в традиційному підході до проєктування та управлінні життєвим циклом об'єкта будівництва на базі BIM, неефективним стає аналізувати робочий процес проєктування без врахування взаємодії команд проєктувальників.

Агентне моделювання (AM) – це новий підхід для моделювання поведінки і взаємодій автономних агентів зі складними взаємозалежностями. Агентне моделювання – це моделювання подій (як динамічних систем взаємодіючих агентів) для аналізу колективної поведінки агентів у системі, щоб зрозуміти основні явища і застосувати певні вдосконалення для всієї системи та окремих агентів. Агенти можуть представляти людей, машини, інформацію, ресурси, компанії, атоми тощо. AM розглядає моделювання взаємодії агентів і взаємовідносин з іншими агентами, а також моделює його поведінку, що залежить від ситуації та її оточення [6].

Навколишнє середовище, розглянуте в цьому дослідженні, є топологією соціальної мережі, схематично зображеною на рис. 1, що складається з двох типів агентів: 1 – особа (або індивідуальний) агент; 2 – агент, що доставляє проектну інформацію. Ця топологія представляє вузли як людей, що виконують задачі проектування або беруть участь у процесі прийняття рішень щодо цього процесу, а також зв'язки, що представляють взаємодію та комунікацію між цими агентами. Окремий агент має такі ознаки, як демографічна інформація, кількість зв'язків, які він має, частота обміну інформацією, час, витрачений на роботу тощо. Ці взаємодії, обмін і взаємозалежність інформації створюють нову інформацію та поведінку. Використовуючи аналіз соціальних мереж (СМ), ці взаємодії і топологія зв'язків між проектувальниками допомагають візуально зрозуміти деякі характеристики структури соціальної мережі. СМ не тільки вивчає структуру взаємовідносин між індивідами, вона також вивчає природну механіку, що виникає всередині. СМ допомагає дослідникам візуально зрозуміти мережеві дані, передати результати аналізу та виявити будь-які приховані властивості, які, можливо, не були залучені шляхом якісного вимірювання. Кількісний аналіз також може бути здійснено для зв'язків, поєднань та характеристик, що стосуються окремого вузла і структури мережі в цілому, використовуючи деякі метрики, представлені в таблиці. Такі показники відображають середовище взаємодії, де люди можуть працювати як спільна команда або окремі об'єкти, існувати як відокремлені кластери або один узгоджений мережевий блок, працювати в рамках централізованої або децентралізованої ієрархії прийняття рішень, полегшувати потік інформації або зробити її перерваною на основі їх взаємодії. Інші відомості можна отримати за допомогою спостереження і аналізу мережевих топологій.

У топології, представленій на рис. 1, для того, щоб враховувати потік інформації в цих посиланнях, створюється агент, що інтегрує інформацію, яка

представляє результати проектної інформації (ВІМ-моделі), креслення, розрахунки, кошториси тощо. Час, витрачений на перероблення, проектування, перегляд, або в черзі на опрацювання інформації, також є атрибутами, які можна визначити для результатів. На рис. 1 також наведено загальні атрибути соціальної мережі проекту, такі як тип проекту, розташування об'єкта будівництва, кількість залучених команд та характеристики структури мережі, які є важливими для розуміння та обґрунтування результатів роботи мережі. Результатами моделювання показників і тенденцій інформаційного потоку є, наприклад, загальна кількість отриманих результатів, протягом тривалості проекту, час, витрачений на визначення вартості проекту, загальна кількість помилок в об'єкті будівництва та вузькі місця, що гальмують процес інтеграції даних.

В АМ застосовується редуційний підхід, який перетворює реальний світ на спрощену модель, що дає змогу фіксувати поведінку загальної мережі, яку неможливо отримати простими спостереженнями або припущеннями поведінки окремих агентів. Це дає змогу краще зрозуміти, як проектна інформація інтегрується між учасниками і підкреслює роль соціальної структури у впливі на розповсюдження будівельної інформації. Вимірюючи і аналізуючи поведінку людей та інформаційний потік у всій мережі через АМ, непередбачені результати, які важко зрозуміти за допомогою простих спостережень чи припущень, стають більш доступними і зрозумілими. Традиційні аналітичні методи не дають можливості зафіксувати колективну поведінку і динамічні відносини між агентами, і вони зазвичай представляють статичний опис системи за один кадр у часі. Ці обмеження регулярних підходів зумовлюють необхідність використання моделювання на основі агентів для моделювання поведінки, взаємодій, обмінів та формувань команд, які впливають на показники особистості і ефективність системи.

Таблиця – Показники соціальної мережі

Тип	Метрика	Опис
Вузел	Ступінь централізованості	Кількість зв'язків, які проектувальник має з іншими
	Взаємозв'язок	Кількість пар вузлів, до яких підключається проектувальник
	Наближеність	Кількість посилок від проектувальника до інших; наскільки доступною є людина
Мережа	Щільність	Кількість фактичних зв'язків між вузлами, поділена на загальну кількість можливих посилок, щоб відобразити щільність мережі
	Кластеризація	Вимірює порівняння кластеризованих груп людей порівняно з рештою мережі
	Середня довжина	Скільки кроків, в середньому, потрібно вузлам, щоб дістатися один до одного
	Модульність	Наскільки щільні зв'язки між вузлами всередині груп порівняно з іншими групами

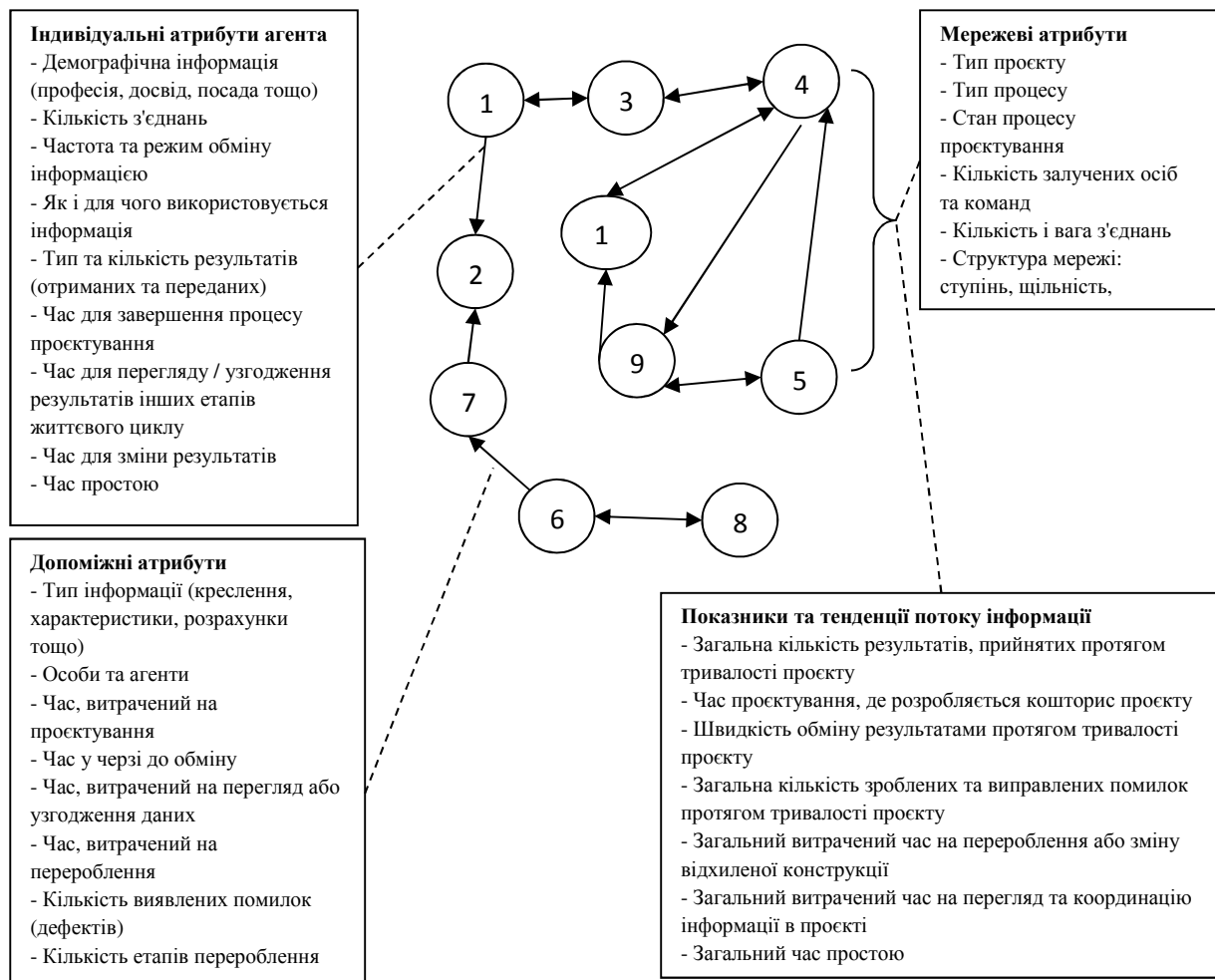


Рисунок 1 – Топологія агентів і метрик у соціальній мережі

Агентне моделювання – це інструмент для моделювання, який використовує дискретні методи моделювання, динаміку системи та моделювання на основі агентів. АМ використовується для розроблення моделі для розуміння та вимірювання робочого процесу проєктування з топологією будівельної мережі на основі BIM-технології. Інтерфейс моделі складається з двох агентів, які були визначені раніше (особа та агент, що передає інформацію). Поведінка кожного агента представлена за допомогою діаграми станів, яка визначає поведінку або стан кожного агента і забезпечує правила зміни в поведінці та взаємодії з іншими агентами. Агент, особа можуть мати такі взаємозамінні стани: проєктування, інтеграція, координація, перероблення, модифікація результатів проєктування, обмін результатами роботи. Обмін або перехід від одного стану до іншого, зумовлений взаємодією та запитом інших осіб в процесі проєктування. Наприклад, якщо особа проєктує, а хтось вимагає від нього введення нової інформації, та він переходить до стану «Поділитися» після завершення певної задачі. Час, наданий кожній задачі, та переходи між задачами базуються на даних, які можна зібрати за допомогою опитувань і спостережень осіб та команд. Потім поведінку

кожного агента впродовж проєкту можна імітувати, щоб показати зміну динаміки впродовж проєкту, а також те, як процес проєктування й інтеграції інформації протікає всередині проєктної мережі.

Аналогічно, агент, що передає інформацію, має різний набір станів. Він є мобільним агентом (може передавати інформацію та обмінюватися нею), а його поведінка контролюється поведінкою його вищого агента (проєктувальника). Інформаційний агент може мати такі взаємозамінні стани: готовий до обміну, готовий до координації, у процесі інтеграції/координації, виявлено помилки інтеграції. Обмін (або перехід від одного стану до іншого) диктується рішеннями та поведінкою проєктувальників. Наприклад, BIM-модель переходить від стану «Готова до координації» в стан «У процесі інтеграції/координації», коли особи, відповідальні за її координацію, починають процес «Інтеграція/координація». Дані, що належать до кількості BIM-моделей та інтеграції параметрів за певний проміжок часу, визначають, як часто здійснюється інтеграція, засоби комунікації, кількість циклів перевірки результатів та ін., шляхом відстеження журналів даних таких інтеграцій. На рис. 2 наведено зразок діаграми стану агента BIM-моделі.

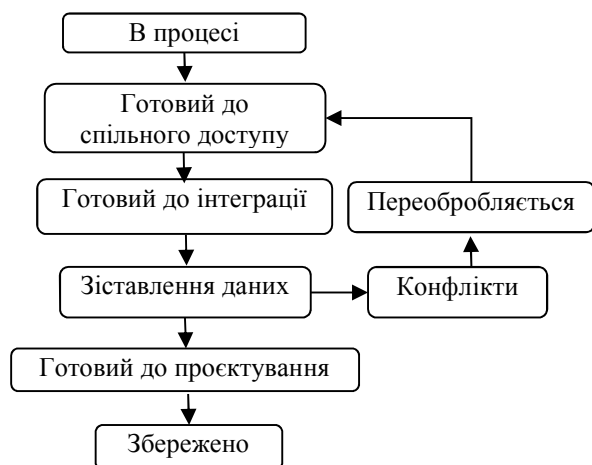


Рисунок 2 – Діаграми стану агента VIM-моделі

На наступному кроці можна отримати характеристики конструктивного обміну робочим потоком кожної особи, стан кожної інформації, що інтегрується, а також загальну динаміку інформаційного потоку всієї мережі. Проектний робочий процес можна оцінити з декількох точок зору, наприклад: обмін тенденціями та частотами, які можуть відображати плавний потік інформації або пакетні перервані потоки, що може призвести до неефективності, черги в часі, кількості циклів перероблення, які відображають ефективність схеми інтеграції інформації в потрібний час тощо. На рівні процесу інтеграції аналізується тривалість часу, коли модель може бути проведена в черзі до її інтеграції, перегляду, перероблення або до прийняття рішення відносно неї. Крім того, відстежується кількість її переглядів, перероблень, модифікацій, спільного використання, а також кількість помилок і невідповідностей.

На рівні поведінки колективної мережі можна отримати декілька представлень, що описують проектний робочий процес у соціальних мережах. Наприклад, такі шаблони, як обмін проектною інформацією протягом всього проекту можуть відображати, чи робочий процес є плавним або перерваним, чи обмін інформацією між проектувальниками є безперервним або інформація накопичується, зберігається, а потім передається пакетами, що призводить до отримання застарілих даних, які згодом можуть призводити до помилок в інших результатах. Вузькі місця в опрацюванні часу (аналіз даних, координація, проектування або спільне використання) осіб або груп також можуть вказати, де потрібно вжити заходи. Загальну якість проектною інформації, що відображається при динамічному

генеруванні і розповсюдженні помилок між командами за певний проміжок часу, також необхідно досліджувати для виявлення першопричин виникаючих тенденцій. Крім того, шаблони виготовлення проектною інформації можуть показувати, коли і як інформація виробляється, зберігається, ставиться в чергу, і можуть давати уявлення про шаблони або запобіжні заходи створення проекту об'єкта будівництва.

Висновки

Запропонований метод інтеграції соціальних топологій і динаміки процесів проектування за допомогою моделювання на основі агентів в подальшому може забезпечити перспективне розуміння підходу до інтеграції і розповсюдження інформації між сторонами, які беруть участь у процесі проектування, на базі VIM-технології. Такий підхід спрямовано на покращення і усунення недоліків наявних аналітичних інструментів для розміщення складних систем з точки зору залучених команд, складних вимог, інтегрованих технологічних інтерфейсів та великого обсягу інформації, яку необхідно координувати і ефективно інтегрувати між відповідальними сторонами. Аналіз топології мережевих комунікацій і моделей робочого процесу проектування може допомогти визначити існування потенційного зв'язку між структурою команд і впливом такої мережевої структури на стан проектного робочого процесу. Топологію соціальної мережі і отриману в ній динаміку робочих процесів можна експериментально перевірити і виокремити потенційні взаємозв'язки співпраці та коаліцій команд щодо формування якості і потоку інформації. Крім того, запропонований підхід може забезпечити кількісне і якісне аналітичне порівняння процесів проектування на основі VIM-технології та різних підходів до реалізації проектів із традиційними тенденціями проектування. Ці порівняння можуть визначити робочий стандарт та виділити потенційні переваги, що виникають внаслідок використання VIM-технології та співпраці між командами, а також орієнтувати ефективність на бажані норми, щоб скеровувати осіб, які приймають рішення, на вживання необхідних дій. Цей аналітичний метод може бути додатково дослідженим на інших етапах життєвого циклу або проекту в цілому. Основа теорії може бути розроблена відповідно до будь-якої фазової і модельної складної системи, яка постійно змінюється з часом і передбачає високий рівень взаємозалежності та взаємодії її компонентів.

Список літератури

1. Барабаиш М.С. Информационные технологии интеграции на основе программного комплекса САПФИР.: Монография / М.С. Барабаиш, В.В. Бойченко, О.И. Палиенко. – К.: Изд-во «Сталь», 2012. – 485 с.
2. Durugbo C., Hutabarat W., Tiwari A., Alcock J. Modelling collaboration using complex networks // *Information Sciences*, Vol.181, 2011.
3. Барабаиш М.С. Компьютерное моделирование процессов жизненного цикла объектов строительства: Монография / М.С. Барабаиш. – К.: Изд-во «Сталь», 2014. – 301 с.
4. Городецкий А.С. Комплексные системы проектирования и управления строительством с использованием полнофункциональной информационной модели здания (ВИМ). Зарубежный и отечественный опыт, перспективы развития [Текст] / А.С. Городецкий, М.С. Барабаиш, В.С.Судак и др. // *Проблемы развития городской среды: Научно-технический сборник*. – К.: НАУ, 2014. – Вып.2(12). – 499 с.
5. Чуприна Х.М. Интегрирована єдина енергетична модель будівлі [Текст] / Чуприна Х.М. // *Управління розвитком складних систем* – К.: КНУБА, 2014. – Вып. 17. – С. 125–131.
6. Киевская Е.И. Принципы параметрического моделирования строительных объектов [Текст] / Е.И. Киевская, М.С. Барабаиш // *Современное строительство и архитектура* – Екатеринбург, 2016. – Вып. 1. – С. 16 – 22.
7. Талапов В.В. Основы ВИМ: введение и информационное моделирование зданий / В.В. Талапов. – М.: ДМК Пресс, 2011. – 392 с.
8. Parraguez P., Eppinger S., Maier A. Information Flow Through Stages of Complex Engineering Design Projects: A Dynamic Network Analysis Approach // *IEEE Transactions on Engineering Management*, 2015, Vol. 62, Issue 4, PP.604-617.
9. Tsiutsiura S., Kyivska K., Tsiutsiura M., Kryvoruchko O., Dmytrychenko A. Formation of a generalized information model of a construction object // *International Journal of Mechanical Engineering & Technology (IJMET)*, 2019, Vol. 10, Issue 02, PP. 69 – 79.
10. Барабаиш М.С., Київська К.І. Використання методів інтеграції для створення узагальненої інформаційної моделі будівельного об'єкта [Текст] / Барабаиш М.С., Київська К.І. // *Управління розвитком складних систем*. – К.: КНУБА, 2016. – Вып. 25. – С. 114 – 120.

Стаття надійшла до редколегії 01.10.2019

Чернышев Денис Олегович

Доктор технических наук, доцент, первый проректор, orcid.org/0000-0002-1946-9242

Киевский национальный университет строительства и архитектуры, Киев

Киевская Екатерина Ивановна

Кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры информационных технологий, orcid.org/0000-0003-0906-1128

Киевский национальный университет строительства и архитектуры, Киев

Цюцюра Светлана Владимировна

Доктор технических наук, профессор, профессор кафедры информационных технологий, orcid.org/0000-0002-4270-7405

Киевский национальный университет строительства и архитектуры, Киев

Цюцюра Николай Игоревич

Кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры информационных технологий, orcid.org/0000-0003-4713-7568

Киевский национальный университет строительства и архитектуры, Киев

Гоц Владислав Владимирович

Кандидат технических наук, доцент кафедры информационных технологий, orcid.org/0000-0003-4384-4011

Киевский национальный университет строительства и архитектуры, Киев

**ВНЕДРЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ МОДЕЛИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ОБЪЕКТОВ
НА ЭТАПАХ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА**

Аннотация. Проблема инновационного подхода в области проектирования важна для всего строительного комплекса. На данный момент изменились технологические возможности проектных организаций, что обусловлено масштабным применением современных проектных решений на основе инновационного программного обеспечения, автоматизированных комплексов, средств расчета с повышенной производительностью. В современных условиях для успешной реализации проекта необходимо широкое использование информационных технологий. Новый уровень удовлетворения этих потребностей обеспечивают современные системы автоматизированного проектирования, реализующие технологию информационного моделирования зданий. Для определения дальнейших перспективных исследований по этому направлению были проанализированы и обобщены инновационные подходы в проектировании строительных объектов. Предложены пути комплексного использования программных комплексов автоматизированного проектирования на различных этапах жизненного цикла объектов строительства.

Ключевые слова: ВИМ-технология; агентное моделирование; информационное моделирование; интеграция; параметрическое моделирование

Chernyshev DenysPhD, Associate professor, First vice-rector, orcid.org/0000-0002-1946-9242

Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv

Kyivska KaterynaPhD, Associate Professor, Department of Information Technology, orcid.org/0000-0003-0906-1128

Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv

Tsiutsiura SvitlanaDoctor of Technical Science, Professor, Head of Department of Information Technology, orcid.org/0000-0002-4270-7405

Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv

Tsiutsiura MikolaPhD, Associate Professor, Department of Information Technology, orcid.org/0000-0003-4713-7568,

Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv

Gots VladislavPhD, Associate Professor, Department of Information Technology, orcid.org/0000-0003-4384-4011

Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv

IMPLEMENTATION OF TECHNOLOGY MODELING OF INFORMATION OBJECTS AT THE STAGES OF THE LIFE CYCLE

Abstract. The problem of innovative approach in the field of design is important for the whole building complex. At present, technological capabilities of project organizations have changed, due to the large-scale application of modern design solutions based on innovative software, automated systems, and means of calculation with increased productivity. In today's environment, successful implementation of the project requires extensive use of information technology. A new level of satisfaction of these needs is provided by modern computer-aided design systems implementing the information modeling technology of buildings. In order to determine the direction of further prospective studies in this area, the basic approaches to the study of innovative approaches in the design of construction objects were analyzed and summarized. The ways of complex use of computer-aided design software complexes at different stages of the life cycle of construction objects are offered. The article discusses the design process at the intersection of social and technological aspects at all stages of the life cycle of a construction project. The study develops a new approach to qualitative and quantitative modeling of the process of integrating information between design participants and makes it possible to assess the impact of information modeling of construction projects and new project creation strategies to improve the design workflow. The principle of agent modeling is used to dynamically represent the relationships between social interactions and the dissemination of information between design teams. The article presents a new approach to design workflow management, which focuses on team structures, the dynamics of interaction and information integration.

Keywords: BIM-technology; agent modeling; information modeling; integration; parametric modeling

References

1. Barabash, M.S., Boychenko, V.V., & Palienko, O.I. (2012). *Integration Information Technologies Based on SAPFIR Software Package: Monograph*. K.: Publishing house "Steel", 485.
2. Durugbo, C., Hutabarat, W., Tiwari, A., & Alcock, J. (2011). *Modeling collaboration using complex networks*. *Information Sciences*, 181.
3. Barabash, M.S. (2014). *Computer simulation of the life cycle of construction projects: Monograph*. K.: Publishing house "Steel", 301.
4. Gorodetsky, A.S., Barabash, M.S., Sudak, V.S. etc. (2014). *Integrated design and construction management systems using a fully functional building information model (BIM). Foreign and domestic experience, development prospects. Problems of the development of the urban environment: Scientific and technical collection*. K.: NAU, 2 (12), 499.
5. Chuprina, H.M. (2014). *Integrated unadina energetic model builds. Management of development of complex systems*, 17, 125 – 131.
6. Kievskaya, E.I., & Barabash, M.S. (2016). *Principles of parametric modeling of construction objects. Modern construction and architecture*. *Yekaterinburg*, 1, 16 – 22.
7. Talapov, V.V. (2011). *BIM Basics: Introduction and Building Information Modeling*. M.: DMK Press, 392.
8. Parraguez, P., Eppinger, S., & Maier, A. (2015). *Information Flow Through Stages of Complex Engineering Design Projects: A Dynamic Network Analysis Approach*. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 62, 4, 604 – 617.
9. Tsiutsiura S., Kyivska K., Tsiutsiura M., Kryvoruchko O., & Dmytrychenko A. (2019). *Formation of a generalized information model of a construction object*. *International Journal of Mechanical Engineering & Technology (IJMET)*, 10, 02, 69 – 79.
10. Barabash, M.S., & Kievskaya, K.I. (2016). *Victory Methods of Integration for the Development of a Remote Information Model of a Wake-up Event. Management of development of complex systems*. K.: KNUBA, 25, 114 – 120.

Посилання на публікацію

- APA Chernyshev, Denys, Kievskaya, Katerina, Tsiutsiura, Svitlana, Tsiutsiura, Mykola, & Gots, Vladislav, (2019). *Implementation of technology modeling of information objects at the stages of the life cycle*. *Management of Development of Complex Systems*, 40, 140 – 146; [dx.doi.org/10.6084/m9.figshare.11969076](https://doi.org/10.6084/m9.figshare.11969076).
- ДСТУ Чернишев, Д.О. Впровадження технології моделювання інформаційних об'єктів на етапах життєвого циклу [Текст] / Д.О. Чернишев, К.І. Київська, С.В. Цюцюра, М.І. Цюцюра, В.В. Гоц // *Управління розвитком складних систем*. – 2019. – № 40. – С. 140 – 146; [dx.doi.org/10.6084/m9.figshare.11969076](https://doi.org/10.6084/m9.figshare.11969076).