

УДК 330.322:658

DOI: 10.15587/1729-4061.2017.110112

ФОРМУВАННЯ КУМУЛЯТИВНОЇ МОДЕЛІ УПРАВЛІННЯ ЦІННІСТЮ БУДІВЕЛЬНИХ ПРОЄКТІВ

О. В. Бугров

Кандидат економічних наук, доцент*
E-mail: bugrov.oleksandr@gmail.com

О. О. Бугрова

Кандидат економічних наук, доцент*
Кафедра економічної теорії
Національний університет
«Києво-Могилянська академія»
вул. Г. Сковороди, 2, м. Київ, Україна, 04070
E-mail: bugrova.olena@gmail.com

*Кафедра управління проектами
Київський національний університет
будівництва і архітектури
пр. Повітрофлотський, 31,
м. Київ, Україна, 03037

Запропоновано комплексну модель управління будівельними проектами, яка в когерентний спосіб сприяє створенню далекоглядної, збалансованої цінності. Ця концепція представлена у вигляді «кристалу» кумулятивного застосування трьох пар методів. Перша синергетична пара – інжиніринг вартості та цифрова модель будівництва. Друга – аналіз «вигоди-витрати» і теорія динаміки цінності проекту. Третя – профілювання контрактних систем і стратегії ціноутворення

Ключові слова: управління проектами, інжиніринг, архітектура, збалансована цінність, синергетичний ефект, прийняття рішень

Предложена комплексная модель управления строительными проектами, которая когерентно способствует созданию дальновидной, сбалансированной ценности. Эта концепция представлена в виде «кристалла» кумулятивного применения трёх пар методов. Первая синергетическая пара – инжиниринг стоимости и цифровая модель строительства. Вторая – анализ «выгоды-затраты» и теория динамики ценности проекта. Третья – профилирование контрактных систем и стратегии ценообразования

Ключевые слова: управление проектами, инжиниринг, архитектура, сбалансированная ценность, синергетический эффект, принятие решений

1. Вступ

Ментальна конструкція «Живи сам і давай жити іншим» давно була популярною. Проте в поточних умовах вона набуває особливого звучання. Останнім часом теорія і практика управління проектами активно удосконалюються в унісон з сучасними вимогами до розвитку соціально-економічних систем. Серед найгостріших глобальних викликів сьогодення знаходяться такі питання, як потреба в зниженні викидів парникових газів і підвищення енергетичної ефективності задоволення суспільних потреб. Крім того, набуває ваги задача створення і реалізації далекоглядних стратегій досягнення оптимальної цінності впродовж цілої низки послідовних проектних циклів. Ця задача тісно пов'язана з розвитком технологій інноваційних рішень інжинірингових задач.

Отже, сьогодні як ніколи важливо, щоб проекти відповідали принципам оптимальної доцільності по вектору сталого розвитку в гармонії з природою. Люди відповідальні за те, яке «життєве» середовище вони залишать у спадок своїм нащадкам – прийдешнім поколінням. Водночас, інвестиційно-будівельні проекти в різних галузях соціально-економічного буття є саме тією сферою, де науково-практичні відповіді на

зазначені виклики можуть бути найбільш ґрунтовно і достовірно опрацьовані.

Науковою проблемою є формулювання комплексної моделі вирішення цих задач при підготовці і реалізації проектів. При цьому важливо щоб така модель не була занадто складною і громіздкою, бо в іншому випадку вона буде непрактичною у використанні. Крім того, модель має бути не аморфною, а навпаки – цілком закінченої, виразної форми.

2. Аналіз літературних даних та постановка проблеми

Розвиток, у відповідності до концепції економіки знань, передбачає активне застосування креативних технологій, які забезпечують прориви в конкурентоздатності виробництва [1]. Це твердження можна доповнити тим, що воно стосується не тільки сфери промисловості, а всієї соціально-економічної системи.

В сучасних умовах знання стають основним чинником конкурентних переваг. Стійкість розвитку в значній мірі залежить від системи знань щодо впливу інновацій на результати проектів і програм [2].

Принциповою рисою сучасних підходів є наголос на управлінні проектним циклом і на ключовій ролі

інвесторів у всьому багатолічному розмаїтті зацікавлених сторін проектів. З'явилися твердження, що сучасна економіка та управління будівництвом носить явно програмно-цільовий, проектний характер. Ця сфера стосується не стільки галузі та підрядних підприємств, скільки інвесторів як суб'єктів економічної діяльності. При цьому проекти мають розглядатись упродовж всього їхнього життєвого циклу [3].

Дослідження привертають увагу і до недоліків, які мають місце у практиці управління будівництвом в Україні. Так наприклад вказується, що чинна нормативно-кошторисна база та документація вирішують питання визначення прогнозованої вартості будівництва, не інтегруючи належним чином це в загальну систему даних і знань про проект. А для якісного управління проектом потрібен весь спектр взаємопов'язаної проектною інформації. І хоч виділяються черги будівництва, пускові комплекси, їх вартість, тощо, цього для реального, успішного управління ще недостатньо. Цифрові моделі будівництва (Building Information Modeling – BIM) є тією сучасною технологією, яку необхідно активно впроваджувати для досягнення належного рівня конкурентоздатності [4].

Передова міжнародна практика взяла орієнтир на реально інтегроване управління будівельними проектами. Зокрема, всі провідні розробники будівельних систем автоматизації проектування заявили про підтримку в своїх продуктах технології BIM. Кожна з цих систем надає можливість стороннім розробникам безперешкодно і зручно створювати свої підсистеми визначення вартості та управління будівництвом у відповідних середовищах [5].

Також в фокусі уваги є й інші важливі аспекти сучасного управління проектами, зокрема, в контексті активізації креативності та розвитку процесів взаємодії учасників проектів. Базовою концепцією в сфері активізації креативності є методологія інжинірингу цінності [6]. Розвиток моделей взаємодії учасників будівельних проектів розкрито в [7] (системи організації будівництва) і [8] (інтегроване виконання проектів).

Проблема створення оптимальної вартості завдяки інжинірингу і управлінню проектами розвинута багатьма дослідженнями. Зокрема, в [9] пропонується охопити методологією управління вартістю всі послідовні етапи підготовки проекту, проте зазначене дослідження стосується лише прогнозування і контролювання витрат на будівництво.

В [10] підкреслюється, що методологія управління цінністю позитивно впливає не тільки на проектні витрати і якість, але й на екологію. Зазначена публікація надає хороший приклад того, як пов'язані управління цінністю і стабільний (сталий) розвиток, проте не надає багатосторонню концепцію вирішення цієї глобальної проблеми.

Робота [11] пропонує розглядати інформаційне моделювання будівництва (BIM) у взаємозв'язку з поведінкою зацікавлених сторін проекту. Саме в цьому автори зазначеної роботи бачать перспективи покращення проектів. Проте, запропонована в [11] модель концентрує увагу лише на інтересах кінцевого користувача будівлі і не включає інші базові аспекти управління проектами.

Дослідження [12] наводить модель процесу проектування, яка має на меті підвищити цінність проекту

завдяки правильно організованій процедурі. Ця модель здатна дещо посилити і активізувати потенціал інжинірингової діяльності, проте є занадто спрощеною.

В [13] показано, що інтеграція методології управління цінністю з комп'ютерною програмою PRIMAVERA дає позитивний ефект. Однак зауважимо, що в цій концепції задіяна лише одна пара «метод-інструмент» покращення проекту.

Дослідження також розкрили, що успіх будівельного проекту залежить від рівня якості систем, інформації та сервісу [14]. Разом з цим, ці дослідження обмежувались лише питаннями інформаційних систем. Те, що система може асоціюватись з алгоритмом прийняття рішень, інформація – з BIM, а сервіс – з контрактними моделями виконання проектів, зазначено не було.

Отже, окремі питання створення будівельними проектами належної цінності сучасною наукою вже досліджено.

З іншого боку, існують визнані в світі комплексні методології, які представляють собою всеохоплюючі каркаси досвіду і знань з управління проектами і програмами, зокрема PMBOK [15] і P2M [16]. Існують навіть підходи, які основані на сумісному застосуванні цілої низки таких комплексних методологій в окремому проекті. При цьому, склад пакету рекомендованих для застосування методологій є специфічно своїм для кожного етапу проектного циклу [17]. Водночас, на часі зосередити увагу наукової спільноти на актуальності розробки більш сконцентрованих на створення далекоглядних цінностей кумулятивних «галузевих» методологій інноваційного управління проектами. Їх архітектура має бути максимально результативною, практичною, наочною і зручною.

Таким чином, «ніша» досліджень в сфері кумулятивних, синергетичних систем створення сталої цінності проектів (прошарок між окремими методами і глобальними методологіями) залишається досі незаповненою.

3. Мета і задачі дослідження

Мета роботи – сформулювати науково обґрунтовану і доцільну для використання у практиці кумулятивну методіку управління створенням максимально раціональних цінностей в рамках підготовки і реалізації будівельних проектів.

Виходячи з цієї мети, поставлено такі задачі:

- ідентифікувати ключові принципи, які слід покласти в основу такої кумулятивної моделі;
- запропонувати загальну структуру і «архітектуру» кумулятивної концепції управління створенням максимально раціональних цінностей;
- показати можливості покращення результатів управління будівельними проектами в умовах практичного застосування запропонованої моделі.

4. Формулювання вимог до створюваної кумулятивної концепції

Кумулятивна модель створення будівельними проектами максимально раціональних цінностей має ґрунтуватися на наступних кореневих принципах:

– відповідність місії проектів та їх виконання стратегіям сталого соціально-економічного розвитку;

– наголос на застосуванні превентивних заходів управління, креативних технологій та інноваційних рішень;

– бачення створюваної цінності не тільки впродовж повного проектного циклу, але місця проекту в низці (мережі) взаємопов'язаних проектних циклів;

– дотримання всіма учасниками проектів філософії «нехижої» конкуренції в атмосфері прозорості, відкритості й співробітництва;

– врахування архітектурою цінності кожного проекту інтересів всіх зацікавлених осіб, включаючи наступні покоління;

– інтеграція в єдину систему доцільного, не надмірного числа пов'язаних між собою сучасних методик, які не тільки не конфліктують між собою, а продукують синергетичний ефект.

Говорячи про загальну архітектуру такої кумулятивної моделі, слід зазначити що вона має враховувати або спиратись на:

– бачення змін цінності проектів протягом проектних циклів;

– надійні механізми взаємодії між учасниками проектів;

– пошук технічних інновацій, рішень винахідницьких задач, шляхів превентивних відповідей на виклики;

– інтереси зацікавлених сторін з доцільним розподілом (або інтеграцією) винагороди, відповідальності та ризиків;

– ефективний обмін актуальною інформацією між учасниками проектів;

– обґрунтовані суспільні витрати на створення проектів.

5. Структура і складові пропонованої кумулятивної концепції

Пропонована для вирішення зазначеної комплексної задачі концепція – модель «Кристалу» креативного управління створюваною раціональною цінністю проектів. Вперше ця ідея була висунута в [18], висвітливши кумулятивну модель у фронтальній площині. Тут слід зазначити, що віртуальний «Кристал» управління створенням цінності, подібно до всіх фізичних кристалів, є анізотропним. Згідно з цією його властивістю, пропонована модель чітко направлена на досягнення проектом збалансованої максимально доцільної цінності.

Тривимірний розгляд цієї моделі почнемо з висвітлення «стислого переліку/складу» (short list) методів, які найбільшим чином кумулятивно впливають на створювану раціональну цінність проектів і є, за своїм походженням, сучасними креативними продуктами економіки знань (рис. 1). Безумовно, таких продуктів – технологій впливу на реальну цінність результатів інвестиційно-будівельних проектів – існує дуже багато. Проте до моделі слід включити тільки ті з них, які мають найбільший вплив і будучі застосовані інтегровано створюють синергетику. Цей ефект сам по своїй природі привносить в проект більше інноваційної користі, ніж решта методів, які формально залишені поза моделлю.

І перше питання, яке постає, стосується кількості методів, які доречно об'єднати в таку кумулятивну систему. Як відомо з основ менеджменту, людині важко управляти, якщо кількість суб'єктів або об'єктів управління перевищує 7. Ця цифра, до речі, обґрунтована в методі аналізу ієрархій Т. Саати як верхня границя шкали оцінки альтернатив [19]. Проте, навіть 7 вже знаходиться в зоні ризику за умови, що сфера управління стосується творчості або інновацій. З іншого боку, чим більше когерентних елементів в системі, тим більша ймовірність того, що вони сукупно покриють собою всю площину ментального поля. Таким чином, можна вважати, що найбільш доцільною кількістю елементів створюваної кумулятивної системи є 6.

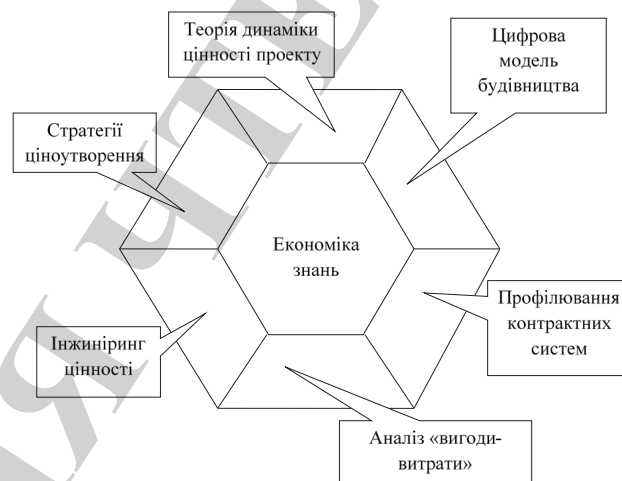


Рис. 1. «Кристал» кумулятивної концепції управління цінністю інвестиційно-будівельних проектів (верхня сторона)

Ґрунтуючись на наведених вище загальних вимогах до кумулятивної моделі управління створенням цінності будівельними проектами, можна запропонувати включити до складу створюваної системи такі елементи (рис. 1):

– теорія динаміки цінності проекту, яка привносить спроможність відчувати і реагувати на зміни збалансованої ефективності в реальному режимі часу;

– цифрова модель будівництва (BIM), яка надає інформаційну можливість інтегровано створювати і виконувати проект, а згодом і обслуговувати об'єкт в передбачуваний і доцільний спосіб;

– профілювання контрактних систем, яке забезпечує найбільш доцільну взаємодію між учасниками проекту;

– аналіз «вигоди-витрати», який спрямовує проект на обґрунтовані і далекоглядні інтереси інвесторів і суспільства;

– інжиніринг цінності, що ставить проект на найбільш доцільний функціонально-вартісний шлях;

– стратегії ціноутворення, які забезпечують визначення виправданих (обґрунтованих) суспільних витрат на виконання проектів.

Ці елементи діють як всі разом, так і попарно, підвищуючи надійність і достовірність прийняття інжинірингових та управлінських рішень. На візуальному зображенні моделі Кристалу (рис. 1)

елементи (грані) кожної такої пари розташовані навпроти одна одної:

- перша пара: аналіз «вигоди-витрати» і теорія динаміки цінності проекту;
- друга пара: інжиніринг цінності та цифрова модель будівництва;
- третя пара: профілювання контрактних систем і стратегії ціноутворення.

Отже, кожен елемент системи функціонально підтримує та «страхує» інші методи, зменшуючи ризики і збільшуючи сприятливі можливості створення оптимальної цінності проекту за принципом “back-to-back”. Інакше кажучи, загальні принципи симетрії кристалів розташовують відповідні грані-методи дзеркально, підвищуючи їх надійність і достовірність отримуваного результату.

Зазначені вище елементи, за існуючою термінологією огранки, разом з «площадкою» Кристалу (якою у нас виступає економіка знань), складають його «корону». Нижче цих елементів на візуальній моделі (рис. 2, 3) розташовані грані так званого «павільйону», які показують роль кожного методу в пропонованій концепції. Ці грані сходяться в «шип», що відображає кумулятивний результат застосування системи.

5. 1. Фронтальна сторона «Кристалу»

Тепер стисло охарактеризуємо кожен з ключових елементів (складових частин) пропонованої системи. В рамках цього, спочатку поглянемо на «Кристал» кумулятивної концепції управління цінністю з фронтальної сторони (рис. 2).

Як бачимо, пропонований підхід комплексно розглядає проект в різних площинах.

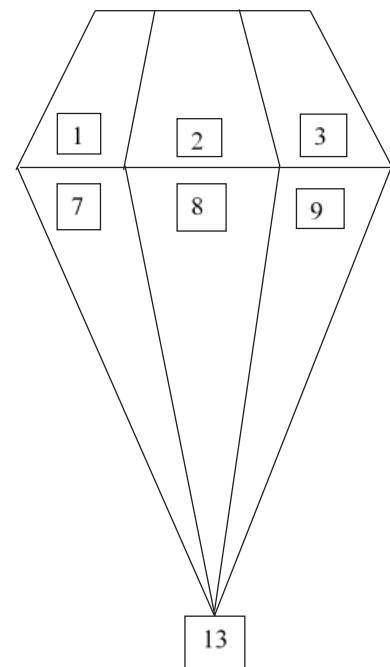
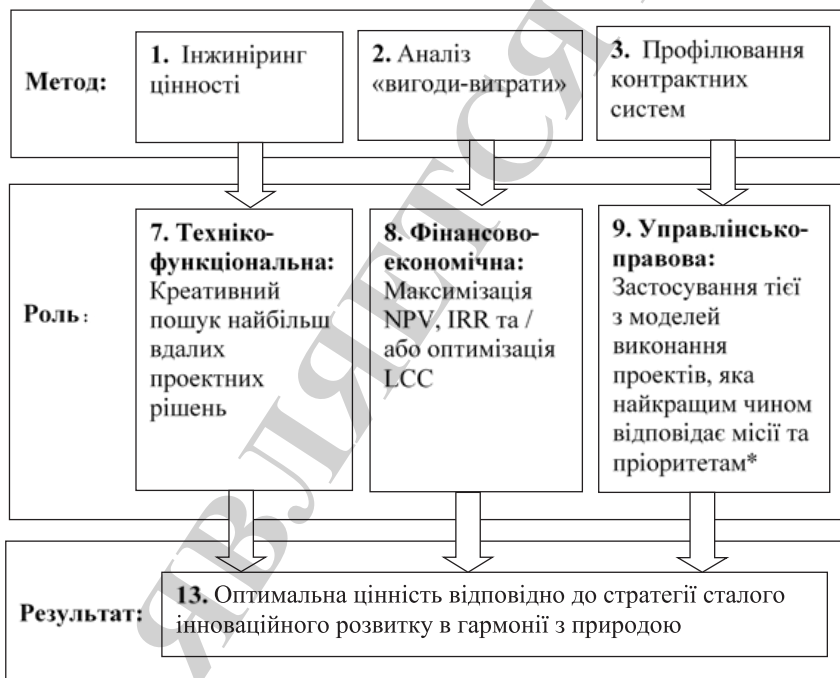
5. 1. 1. Інжиніринг цінності проекту

Цей елемент виступає методологічним засобом креативного пошуку командою проекту найбільш логічних та ефективних технічних, архітектурних, конструкторських рішень. Процедура, яка лежить в основі інжинірингу цінності, якщо визначити в загальних рисах, полягає в наступному. Спочатку команда проекту аналізує очікувані базові та вторинні функції (вимоги до створюваного об'єкту). Потім ідентифікуються альтернативні шляхи досягнення цих вимог (на прийнятному для споживача рівні). Визначені альтернативи оцінюються і найкраща з них пропонується для реалізації.

Ця методологія в інвестиційних будівельних проєктах може бути застосована на будь-якій із стадій: створення концептуального задуму, дослідження можливостей (feasibility study), ескізний проєкт (або ТЕО), робочій проєкт, робоча документація, вибір підрядника, будівництво. Крім того, вона може бути застосована і декілька разів – на двох чи більше фазах проєктного циклу [6].

5. 1. 2. Аналіз «вигоди-витрати»

Ця складова системи є методом раціонального відображення / обрахунку грошового потоку по проєкту та його інтегральної фінансової та економічної оцінки. Правильно визначений прогноз грошового потоку по проєкту протягом його життєвого циклу дозволяє достовірно оцінити кожен з наявних альтернатив з природних фінансово-економічних позицій інвесторів і суспільства. Оцінка здійснюється з урахуванням вартості коштів у часі, яка адекватно віддзеркалює ризики і «пороговий» рівень прийнятної зацікавленості для відповідних бенефіціарів.



*) В термінах строків (часу), витрат (видатків) та якості (цінності).

Рис. 2. «Кристал» кумулятивної концепції управління цінністю інвестиційно-будівельних проєктів (фронтальна сторона)

Отже, аналіз «вигоди-втрати» в пропонованій системі грає притаманну собі фінансово-економічну роль. Завдяки цьому методу проект спрямовується в русло доцільної максимізації чистої нинішньої вартості (Net Present Value – NPV), внутрішньої ставки дохідності (Internal Rate of Return – IRR) тощо та / або оптимізації витрат життєвого циклу (Life Cycle Costs – LCC).

5. 1. 3. Профілювання контрактів

Профілювання контрактних систем по певному проекту дозволяє обрати і застосувати в ньому оптимальні економіко-юридичні процедури взаємодії замовника, підрядника і проектувальника (а також інших його учасників).

Збалансоване розподілення між ключовими учасниками будівельного проекту таких аспектів, як винагорода, відповідальність та ризики, встановлюється за допомогою ринкових систем організації контрактних взаємовідносин «замовник-проектувальник-підрядник». В світовій практиці існує шість «характерних» типів таких систем [7]:

- контракти з низкою підрядників;
- традиційна схема;
- контракт на управління будівництвом;
- поетапний девелопмент;
- проектно-будівельна модель (в тому числі «під ключ»);
- проектний менеджмент (багатопротифільна схема).

Проте, ці системи – ринкові інституціональні механізми, безперечна доцільність яких доведена часом і практикою – функціонують як організаційно-правові засоби співпраці «природних бізнесових антагоністів». Зазначені методи врівноважують бізнес-простір по вектору «сили відсторонення інтересів» комерційних партнерів по проекту – права і обов'язки сторін контрактів стають збалансованими. Щоб задіяти можливості вдосконалення взаємодії ще і по вектору

«сили тяжіння, об'єднання інтересів» замовника, проєктанта, підрядника та інших учасників, світова практика запропонувала підходи інтегрованого виконання проєктів (Integrated Project Delivery – IPD). Ці новітні підходи можуть бути застосовані як окремий метод виконання проєктів або в рамках будь-якої із зазначених вище ринкових систем. Разом з цим, підходи IPD в деякі з вищезазначених систем можуть мати більш глибоке і вагоме проникнення, ніж в інші [8].

5. 2. Зворотна сторона «Кристалу»

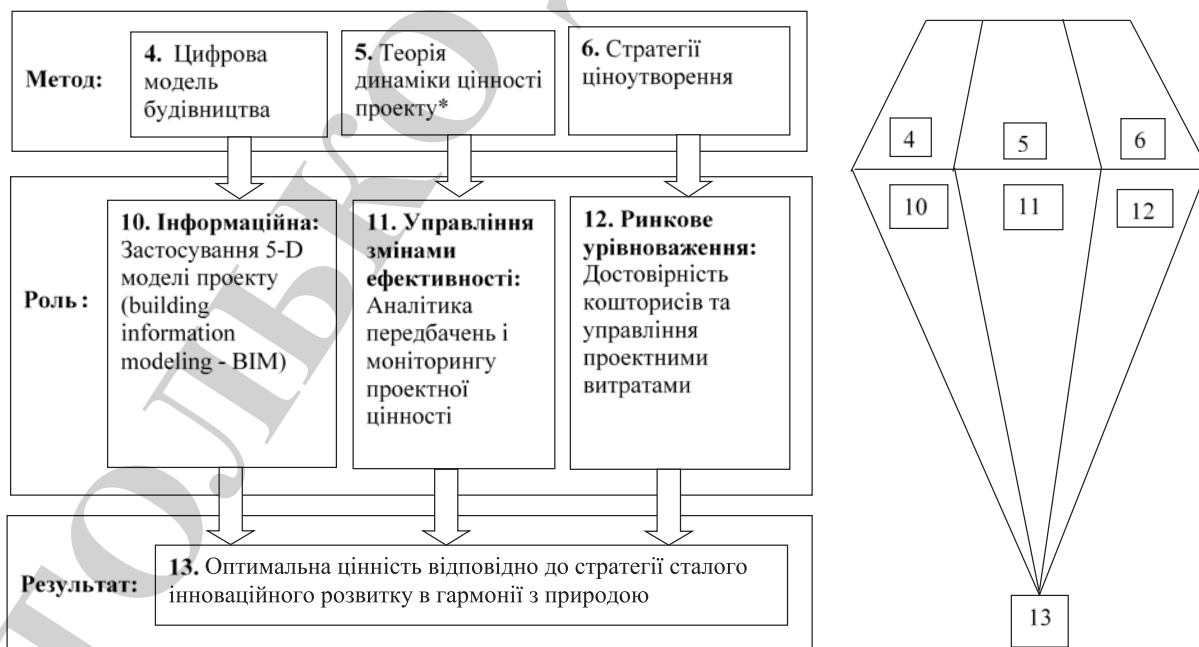
Тепер розглянемо зворотну сторону «Кристалу», звернувши увагу насамперед на ролі інших трьох методів (рис. 3).

Методи, що складають цю сторону пропонованої системи, в синергетичний спосіб пов'язані з відповідними методами фронтальної сторони «Кристалу».

5. 2. 1. Цифрова модель будівництва

Зазначений елемент виступає інструментом наочної візуалізації та інформаційної підтримки системи управління процесом створення цінності. Цей інтерактивний інструмент здатен інтегровано поєднати в собі не тільки тривимірну конструкцію будівлі та фізичко-технічні дані про його елементи (на всіх доречних рівнях агрегації, включаючи як дрібні деталі, так і проєкт в цілому). Модель включає також необхідні експлуатаційні характеристики і регламенти, знання про ґрунти, будівельний майданчик та інженерні мережі. Крім того, BIM охоплює кошторисну та цінову інформацію, цифровий проєкт організації будівництва, календарний і ресурсний графік зведення об'єкту.

Отже, він є сучасною інформаційною базою для прийняття найбільш доцільних рішень протягом всього проєктного циклу – від опрацювання ідеї і концепції до зносу об'єкту будівництва.



*) За етапами проєктного ланцюжка вартості.

Рис. 3. «Кристал» кумулятивної концепції управління цінністю інвестиційно-будівельних проєктів (зворотна сторона)

5. 2. 2. Теорія динаміки цінності проекту

Цей компонент дозволяє здійснювати систематичний моніторинг, аналіз і передбачення змін по всім трьом складовим елементам (вигоди, витрати, вартість коштів у часі) формули чистої поточної вартості проекту (NPV). Аналіз також може здійснюватися і за іншими інтегральними показниками ефективності, цінності протягом повного циклу проекту. Будівельний проект ланка за ланкою (етап за етапом) набуває своєї економічної цінності, уточнюючи зазначені вище три визначаючих елемента. Ризик інвестиційного проекту охоплює дві складові: суму коштів, що підпадає під ризик, і невизначеність щодо руху коштів за проектом. При переході будівельного проекту від однієї фази (ланки) до іншої, обидві зазначені вище складові ризику змінюються, що невідворотно відбивається на ефективності проекту. Цей підхід, методологічні основи та принципи якого наведені в [20], дозволяє перманентно управляти ефективністю проекту в його динаміці.

5. 2. 3. Піраміда стратегій ціноутворення

Ця складова моделі надає команді проекту інструментарій щодо обрання найбільш доцільної для нього (з урахуванням його типу, масштабів, місії та пріоритетів ініціатора/інвесторів) моделі складення кошторисів і менеджменту проектними витратами. Існує п'ять таких принципів моделей. Три моделі з п'яти виступають насамперед як альтернативні методи вимірювання вартості виконуваних робіт. Чим вищою є достовірність проектною документації, тим більшу частину фінансових ризиків проекту може обґрунтовано прийняти на себе підрядник і тим крупнішими є доцільні кошторисні елементи для визначення і контролю витрат замовником. Цей принцип розрізняє наступні основні механізми визначення договірних цін: (1) компенсація витрат підрядника зі сплатою належної йому винагороди, (2) сплата відповідно до вимірюваних обсягів робіт та (3) оплата визначених комплексних сум.

Додатковим принципом відмінності механізмів ціноутворення є наступне. Застосування «порогових» значень ціни будівництва в контрактах з укрупненими формами визначення обсягів виконуваних підрядником робіт є для нього більш ризиковим механізмом ніж у контрактах з компенсацією його витрат, що обраховуються по дрібним елементам. Цей додатковий принцип додає до базової класифікації ще два ключових механізми: (4) цільові витрати і (5) гарантована максимальна ціна.

5. 3. Обґрунтування моделі

Пропонована система характерна тим, що вона через свою зручну когерентність налаштовує вплив її окремих методів (елементів) на цінність проекту в кумулятивний спосіб. Завдяки цьому проявляється синергетичний ефект. Така властивість моделі дозволяє досягати високих ціннісних результатів за умови інтеграції відносно невеликої кількості методів/інструментів (в пропонованій моделі «Кристалу» таких компонентів шість). А це, в свою чергу, робить систему практичною у застосуванні. Таке твердження

корелює з певними висновками Американського інституту архітекторів (The American Institute of Architects – AIA) [8].

Спираючись на базові принципи методу аналізу ієрархій Т. Сааті [19], формалізуємо механізм впливу застосування моделі «Кристалу» на цінність проекту. Почнемо з того, що констатуємо – проста сума потенціалів покращення проекту шести окремо взятих вищезазначених елементів не дозволяє максимально підвищити цінність проекту:

$$\sum_{i=1}^6 Pe_i < 1, \quad (1)$$

де Pe_i – потенціал впливу елемента i на цінність проекту.

Отже, ця сума не охоплює всього поля можливостей поліпшення функціональних характеристик об'єкту будівництва та зменшення витрат на проект (вона менша за одиницю).

Разом з цим, інтегроване застосування кожної пари елементів дає свою синергію. Таким чином, потенціал покращення проекту зростає, проте, він ще не досягає максимуму:

$$\sum_{i=1}^6 Pe_i < k_1 \cdot \sum_{i=1}^2 Pe_i + k_2 \cdot \sum_{i=3}^4 Pe_i + k_3 \cdot \sum_{i=5}^6 Pe_i < 1, \quad (2)$$

де $\sum_{i=1}^2 Pe_i$ – потенціал впливу першої пари елементів (аналіз «вигоди-витрати» і теорія динаміки цінності проекту) на цінність проекту; k_1 – коефіцієнт синергії першої пари елементів; $\sum_{i=3}^4 Pe_i$ – потенціал впливу другої пари елементів (інжиніринг цінності та цифрова модель будівництва) на цінність проекту; k_2 – коефіцієнт синергії другої пари елементів; $\sum_{i=5}^6 Pe_i$ – потенціал впливу третьої пари елементів (профілювання контрактних систем і стратегії ціноутворення) на цінність проекту; k_3 – коефіцієнт синергії третьої пари елементів.

Кумулятивна модель інтегрує всі її елементи, завдяки чому активізується системний синергетичний ефект:

$$\left(k_1 \cdot \sum_{i=1}^2 Pe_i + k_2 \cdot \sum_{i=3}^4 Pe_i + k_3 \cdot \sum_{i=5}^6 Pe_i \right) \cdot k_4 = 1, \quad (3)$$

де k_4 – коефіцієнт синергії системи в цілому.

Як бачимо, кумулятивна модель в цілому надає можливість проявити повний потенціал покращення проекту будівництва.

Тепер проілюструємо, як працює синергія моделі «Кристалу», наприклад, в проектах будівництва офісних комплексів. Наведені в табл. 1 дані розраховано на основі інформації кращих практик і експертного опитування.

Тут слід зазначити, що для проектів будівництва об'єктів інших типів (не офісних комплексів) розподіл потенціалу впливу на цінність буде відрізнятися від даних, наведених у табл. 1.

Таблица 1

Оцінка потенціалу впливу моделі «Кристалу» на цінність проекту будівництва офісного комплексу

| Компоненти (методи) | Потенціал впливу метода на цінність проекту | Коефіцієнт синергії пари | Потенціал впливу пари на цінність проекту | Коефіцієнт синергії системи в цілому | Кумулятивний потенціал впливу моделі на цінність проекту |
|----------------------------------|---|--------------------------|---|--------------------------------------|--|
| Інжиніринг цінності | 0,171 | – | – | – | – |
| Цифрова модель будівництва | 0,195 | – | – | – | – |
| Сумарний вплив пари | 0,366 | 1,061 | 0,388 | – | – |
| Аналіз «вигоди-витрати» | 0,145 | – | – | – | – |
| Теорія динаміки цінності проекту | 0,127 | – | – | – | – |
| Сумарний вплив пари | 0,272 | 1,051 | 0,286 | – | – |
| Профілювання контрактних систем | 0,134 | – | – | – | – |
| Стратегії ціноутворення | 0,113 | – | – | – | – |
| Сумарний вплив пари | 0,247 | 1,043 | 0,258 | – | – |
| Сума трьох пар | 0,885 | – | 0,932 | 1,073 | 1,000 |

6. Результати застосування запропонованої концепції

Розглянемо результати застосування запропонованого підходу на прикладі проекту будівництва офісно-багатофункціонального центру поряд з міжнародним аеропортом великого міста. Результати цього кейсу отримали числове відображення із застосуванням математичної моделі, яка спирається на:

- систематизовану процедуру щодо прийняття раціональних рішень [21];
- порядок обчислення вектору корисності за методом ієрархічного аналізу [19];
- визначення цінності згідно методології структурно-функціонального аналізу [6];
- принципи збалансованої системи показників (balanced scorecard – BS) [22].

Фактори (критерії) оцінки альтернатив по вектору корисності, подібно до BS, по цьому проекту були об'єднані в чотири групи (вузли ієрархії функціонального аналізу):

- екологічно-безпековий, який орієнтує проект на гармонію з природою і належну техніко-організаційну надійність;
- архітектурно-просторовий, що націлює проект на оптимальні планувально-конструктивні рішення;
- енергетично-технічний, який покращує інжинірингові характеристики проекту;
- організаційно-господарський, що підвищує якість бізнес-процесів протягом життєвого циклу проекту.

Ці фактори покращення проекту приводяться в дію насамперед із застосуванням таких елементів вищенаведеної моделі «Кристалу» як інжиніринг цінності та цифрова модель будівництва, а також профілювання контрактних систем. Підмножина пріоритетів корисності проекту за чотирма вищезазначеними групами факторів виступає числовою основою для порівняльного аналізу альтернатив виконання проекту.

В кожному з вищезазначених груп, враховуючи багатий експертний досвід таких фірм як NOBLE GIBBONS (США), COLLIERS INTERNATIONAL (Канада), Jones Lang LaSalle (Великобританія) тощо в сфері характеристик офісних будівель, були включені свої відповідні елементи. Так, наприклад:

- застосування «зелених» технологій; сучасна протипожежна система; цілодобова охорона будівлі, надійна система відео-нагляду тощо є факторами екологічно-безпекової групи оцінки;
- архітектурна виразність будівлі; належна висота поверхів, їх ефективне планувальне рішення; надійність конструкцій та їх доцільне навантаження; раціональне розташування вікон і освітлення тощо є факторами архітектурно-просторової групи оцінки;
- якісна система опалення, вентиляції і кондиціонування, що дозволяє регулювати характеристики повітря в кожному окремому блоці приміщень, здатність системи постійно забезпечувати температуру в комфортних межах, зручні швидкісні ліфти тощо є факторами інжинірингової групи оцінки;
- створення нових робочих місць; найбільш доцільна система виконання проекту; обґрунтований механізм визначення цін на проектування і будівництво об'єкту; оптимальні бізнес-процеси створюваного офісного центру тощо є факторами організаційно-господарської групи оцінки.

До переліку критеріїв-характеристик будівлі також були включені інші елементи, кожен з яких увійшов у свою групу. Всім критеріям і групам аналітичної ієрархії був наданий ранг. Таким чином було сформовано множину пріоритетів корисності проекту:

$$\begin{Bmatrix} \{a_{1,m}\}, \\ \{b_{1,k}\}, \\ \{c_{1,h}\}, \\ \{d_{1,p}\} \end{Bmatrix} = v_c, \tag{4}$$

Таблиця 2

де $\{a_{1,p}\}$ – підмножина рангів екологічно-безпечових факторів від 1 до p ; $\{b_{1,k}\}$ – підмножина рангів архітектурно-просторових факторів від 1 до k ; $\{c_{1,h}\}$ – підмножина рангів енергетично-технічних факторів від 1 до h ; $\{d_{1,p}\}$ – підмножина рангів організаційно-господарчих факторів від 1 до p ; v_c – множина пріоритетів факторів оцінки корисності проекту.

Проект пройшов чотири ітерації інжинірингу цінності, які здійснювались через певні проміжки часу (в середньому – шість тижнів) одна за одною. Кожній з цих послідовних проектних альтернатив був присвоєний свій власний рейтинг по всім факторам збалансованої корисності об'єкту будівництва та вищезазначеним групам. Отже, рейтинг кожної з проектних альтернатив математично формалізований як:

$$\begin{Bmatrix} \{A_{1,p}^\beta\}, \\ \{B_{1,k}^\beta\}, \\ \{C_{1,h}^\beta\}, \\ \{D_{1,p}^\beta\} \end{Bmatrix} = R^\beta, \tag{5}$$

де $\{A_{1,p}^\beta\}$ – підмножина рейтингів проектної альтернативи β по екологічно-безпечовим факторам від 1 до p ; $\{B_{1,k}^\beta\}$ – підмножина рейтингів проектної альтернатив β по архітектурно-просторовим факторам від 1 до k ; $\{C_{1,h}^\beta\}$ – підмножина рейтингів проектної альтернативи β по енергетично-технічним факторам від 1 до h ; $\{D_{1,p}^\beta\}$ – підмножина рейтингів проектної альтернативи β по організаційно-господарчим факторам від 1 до p ; R^β – множина рейтингів корисності проектної альтернативи β .

Шляхом множення рангів на відповідні рейтинги, кожна з розроблених альтернатив отримала всебічну ієрархічну оцінку своєї корисності:

$$\begin{Bmatrix} \{a_{1,p}\} \cdot \{A_{1,p}^\beta\}, \\ \{b_{1,k}\} \cdot \{B_{1,k}^\beta\}, \\ \{c_{1,h}\} \cdot \{C_{1,h}^\beta\}, \\ \{d_{1,p}\} \cdot \{D_{1,p}^\beta\} \end{Bmatrix} = K^\beta, \tag{6}$$

де K^β – множина корисності проекту за альтернативою β .

З дотриманням процедури методу аналізу ієрархій [19], було обчислено таблицю корисності проекту за розробленими альтернативами (табл. 2).

Виходячи з вищенаведеного, було обчислено підсумкову таблицю порівняльного аналізу споживчих характеристик (корисності) розроблених альтернатив (табл. 3).

Наведені у цій таблиці дані ілюструють, яким чином поетапно (крок за кроком) зростала корисність проекту від початкового концептуального задуму (альтернатива 1) до найбільш доцільного проектного рішення (альтернатива 4). При цьому, проектні рішення формувались із застосуванням запропонованої кумулятивної моделі управління цінністю.

Корисність проекту за розробленими альтернативами

| Показники | Фактори корисності (за групами) | | | | Сума |
|----------------------------|---------------------------------|--------|--------|--------|---------------|
| | а | б | в | г | |
| Ранг групи | 0,225 | 0,263 | 0,270 | 0,242 | 1,000 |
| Рейтинг альтернативи 1 | 0,1878 | 0,1912 | 0,1871 | 0,2130 | – |
| Корисність альтернативи 1* | 0,0423 | 0,0503 | 0,0505 | 0,0515 | 0,1946 |
| Рейтинг альтернативи 2 | 0,2629 | 0,2509 | 0,2529 | 0,2561 | – |
| Корисність альтернативи 2* | 0,0592 | 0,0660 | 0,0683 | 0,0620 | 0,2554 |
| Рейтинг альтернативи 3 | 0,2762 | 0,2767 | 0,2790 | 0,2639 | – |
| Корисність альтернативи 3* | 0,0621 | 0,0728 | 0,0753 | 0,0639 | 0,2741 |
| Рейтинг альтернативи 4 | 0,2731 | 0,2812 | 0,2810 | 0,2670 | – |
| Корисність альтернативи 4* | 0,0614 | 0,0740 | 0,0759 | 0,0646 | 0,2759 |

Примітки: а – екологічно-безпечовий; б – архітектурно-просторовий; в – енергетично-технічний; г – організаційно-господарський; * – розраховано за формулою 6, як добуток від множення рангу групи на рейтинг відповідної альтернативи

Таблиця 3

Покращення споживчої корисності проекту будівництва офісного центру впродовж низки послідовних сесій застосування кумулятивної моделі управління цінністю

| Послідовні кроки інжинірингу цінності | Порівняльна оцінка корисності альтернатив* | Приріст корисності порівняно з попереднім етапом | Зростання корисності у % від загального приросту |
|---------------------------------------|--|--|--|
| Альтернатива 1 | 0,1946 | – | – |
| Альтернатива 2 | 0,2554 | 0,0608 | 74,78 |
| Альтернатива 3 | 0,2741 | 0,0187 | 23,00 |
| Альтернатива 4 | 0,2759 | 0,0018 | 2,21 |
| Сума | 1,0000 | 0,0813 | – |

Примітка: * – взято з відповідних чарунок стовпця 6 табл. 2

Як видно з табл. 2, корисність проекту на другому етапі інжинірингу цінності зросла на 74,78 % від його загального покращення, а на четвертому – лише на 2,21 %. Це свідчить про те, що за ці чотири сесії проект за допомогою запропонованої методології «Кристалу» впритул наблизився до своєї максимальної корисності. Іншими словами, потенціал вдосконалення споживчих характеристик об'єкту будівництва за ці пройдені ітерації вдалося майже повністю застосувати.

Отже, в табл. 2 відображена динаміка зміни корисності проекту в ході його збалансованого інжинірингового вдосконалення. Крім того, зазначені альтернативи порівнювались по вектору видатків, які вимірювались показником приведених (дисконтованих) витрат життєвого циклу (DLCC). Тут також слід підкреслити, що DLCC враховує вартість грошей у часі, яка, в свою чергу, віддзеркалює ризики по проекту. Цей інтегральний фактор удосконалення проекту приводиться в

дію із застосуванням передусім таких елементів моделі «Кристалу» як аналіз «вигоди-витрати» і теорія динаміки цінності проекту, а також вибору стратегії ціноутворення.

Відповідно як до [6], так і до [19], цінність розраховується як частка:

$$V = \frac{K^{\beta}}{c_d}, \tag{7}$$

де K^{β} – функціональна корисність проекту; c_d – витрати на реалізацію проекту (project delivery cost).

Отже, виходячи з вищезазначених формул і підходів, було розраховано зміни цінності проекту завдяки чотирьом сесіям застосування пропонованої кумулятивної концепції (табл. 4).

Синергія, яка є базовою рисою пропонованої кумулятивної ціннісно-орієнтованої моделі, забезпечує наявність у цієї системи одночасно двох характеристик: повний охват вирішуваних проектних задач і зручна компактність. Це і є головною перевагою моделі Кристалу управління цінністю, наприклад, у порівнянні з P2M [16], який є всеохоплюючим каркасом знань з управління проектами і програмами, проте не сформований компактно. У порівнянні з інжинірингом цінності (Value Engineering – VE) [6], модель Кристалу дає можливість не тільки більш ефективно знаходити оптимальні функціонально-вартісні рішення, а і управляти проектом упродовж життєвого циклу.

Кореневим пріоритетом кумулятивної моделі є превентивна реакція на потенціальні проблеми в ході управління проектом. В сучасних альтернативних концепціях, таких як P2M і VE, превентивність теж присутня, проте вона не виступає там в настільки явній формі.

Таблиця 4

Підвищення цінності проекту будівництва офісного центру впродовж низки послідовних сесій застосування кумулятивної моделі «Кристалу»

| Послідовні кроки інжинірингу цінності | Приведені витрати проектного циклу, млн. дол. США | Співвідношення альтернатив по витратам проектного циклу* | Цінність проекту** | Приріст цінності порівняно з попереднім етапом | Зростання цінності у % від загального приросту |
|---------------------------------------|---|--|--------------------|--|--|
| Альтернатива 1 | 349,512 | 0,2617 | 0,7436 | – | – |
| Альтернатива 2 | 334,821 | 0,2507 | 1,0187 | 0,2751 | 70,40% |
| Альтернатива 3 | 326,407 | 0,2444 | 1,1215 | 0,1028 | 26,29% |
| Альтернатива 4 | 324,805 | 0,2432 | 1,1345 | 0,0129 | 3,31% |
| Сума | 1335,546 | 1,0000 | – | 0,3909 | – |

Примітки: * – розраховано як частка від ділення колонки 2 на суму колонки 2 табл. 4; ** – розраховано за формулою 7, як частка від ділення колонки 2 табл. 3 на колонку 2 табл. 4

Тут простежується певна схожість з динамікою показників у табл. 2. Як видно з табл. 3, цінність проекту на другому етапі процедури зросла на 70,40 % від його загального покращення, а на четвертому – лише на 3,31 %. Це наводить на висновок, що за проведені чотири сесії проект за допомогою пропонованої методології «Кристалу» впритул наблизився до своєї максимальної цінності.

7. Обговорення результатів дослідження властивостей пропонованої моделі

Пропонована концепція сконцентрована передусім на інтегровано організованому архітектурному, технічному, економічному, інформаційному та екологічному інжинірингу виконуваного проекту. Системно об'єднані «ключові» методи кумулятивно сприяють тому, що при прийнятті проектних рішень збалансовано враховується весь спектр факторів корисності проекту та інтереси всіх зацікавлених сторін. При цьому модель не є громіздкою і складною у застосуванні. Завдяки своїй функціональній багатовекторності система покращує потенціал захисту навколишнього середовища, оптимізації ціноутворення в будівництві, раціоналізації витрат життєвого циклу, поліпшення експлуатаційних характеристик об'єктів капітального будівництва тощо.

Кореневим пріоритетом кумулятивної моделі є превентивна реакція на потенціальні проблеми в ході управління проектом. В сучасних альтернативних концепціях, таких як P2M і VE, превентивність теж присутня, проте вона не виступає там в настільки явній формі.

Недоліком кумулятивної моделі Кристалу управління створенням цінності є обмеженість сфери застосування. Оскільки одним з компонентів комплексної моделі є ВІМ, ця методика може бути застосована лише у будівельних проектах. Крім того, з тієї ж причини, пропонований підхід є економічно виправданим для застосування лише в крупних проектах (або в серіях однотипних проектів).

Розвиток даного дослідження доцільно здійснювати за такими напрямками:

- розробка числової моделі вибору методу виконання проекту (який може бути визнаним найбільш доцільним для певних умов);
- формалізація механізму оцінки якості інжинірингу бізнес-процесів замовника будівництва об'єкту нерухомості;
- формування уніфікованих спеціалізованих моделей Кристалу для будівельних проектів різних типів (енергетичних, сільськогосподарських, житлових тощо);
- апробація цих моделей на пілотних проектах і розробка рекомендацій щодо адаптації отриманого інструментарію для специфічних умов інших проектів відповідних типів.

8. Висновки

1. Ключові принципи побудови моделі кумулятивного управління створенням цінності проекту будівництва визначено у відповідності до основних сучасних викликів. В такий спосіб модель налаштована на: превентивне управління, відповідність стратегіям сталого розвитку, застосування креативних технологій та інноваційних рішень, моделювання повного проектного циклу з урахуванням місця проекту в портфелі або програмі, ефективну взаємодію всіх учасників проекту, врахування інтересів всіх зацікавлених сторін, синергетичну інтеграцію методів управління.

2. Структуру такої кумулятивної концепції складено з шести взаємодіючих методів: цифрова модель будівництва, профілювання контрактних систем, аналіз «вигоди-витрати», інжиніринг цінності, стратегії ціноутворення, теорія динаміки цінності проекту. Архітектура цієї системи в формі кристалу підкреслює її кумулятивну цілеспрямованість і передбачуваний синергетичний ефект. Характеристика кожного з компонентів пропонованої системи доводить його власну доцільність і результативність у застосуванні. Кожен елемент пропонованої моделі, виконуючи свою природну роль, когерентним і ефективним чином доповнює інші її складові. Місце кожного елемента в загальній системі управління створенням раціональ-

них цінностей визначено відповідно до вузлів синергії трьох пар методів. Отже, як попарне, так і сумісне застосування відповідних методів, зменшує ризики і збільшує сприятливі можливості створення оптимальної цінності проекту.

3. Апробація пропонованої моделі доводить її потенціал позитивного впливу на результати управління будівельними проектами. Розраховано динаміку корисності та цінності проекту будівництва офісного центру впродовж низки послідовних сесій застосування моделі, показано що якість результату проекту практично досягла свого максимуму. Це свідчить про доцільність подальших досліджень у цьому напрямку і розширення кола проектів апробації моделі.

Література

1. Бушуев, Д. А. Механизмы переноса знаний программ развития организаций [Текст] / Д. А. Бушуев // Управление развитием сложных систем. – 2016. – № 25. – С. 11–16.
2. Куценко, М. Н. Формирование ментального пространства и создание сетей знаний в программах инновационного развития [Текст] / М. Н. Куценко // Управление развитием сложных систем. – 2011. – № 8. – С. 28–34.
3. Николаев, В. П. Сучасна система знань з економіки та управління будівельними об'єктами [Текст] / В. П. Николаев, Т. В. Николаева // Будівельне виробництво. – 2014. – № 56. – С. 83–88.
4. Судак, В. С. Поняття суті BIM- технологій, проблеми їх розробки і впровадження в Україні [Електронний ресурс] / В. С. Судак // Тези виступу на нараді ПК-4 ТК-311. – 2016. – Режим доступу: <http://www.infobud.com.ua/vse-pro-svitovitendenci%D1%97-rozvitku-v-galuzi-budivnictva-proektuvannya-budivnictvo-ta-ekspluatatsiya/peredumovi-vprovadzheniya-vim-v-ukra%D1%97ni/ponyattya-suti-vim-texnologij-problemi-%D1%97x-rozrobki/>
5. Печенов, С. Л. Комплексні системи проектування та управління будівництвом із застосуванням повної інформаційної моделі об'єкта (BIM). Перспективи розвитку – зарубіжний та вітчизняний досвід [Електронний ресурс] / С. Л. Печенов // Матеріали конференції – Івано-Франківськ: Міжрегіональний науковий інформаційно-аналітичний центр «Інфобуд». – 2016. – Режим доступу: <http://www.infobud.com.ua/vse-pro-svitovitendenci%D1%97-rozvitku-v-galuzi-budivnictva-proektuvannya-budivnictvo-ta-ekspluatatsiya/peredumovi-vprovadzheniya-vim-v-ukra%D1%97ni/kompleksni-sistemi-proektuvannya-i-upravlinnya-budivnictvom/>
6. Value Methodology Standard and Body of Knowledge [Text]. – SAVE International. – 2007. – Available at: <http://www.wsdot.wa.gov/nr/rdonlyres/34ffe1e3-bcc1-444d-93e4-d4dcf6ba3c3b/0/whatsve.pdf>
7. Модельний контракт МТП для великих проектів «під ключ» [Текст]. – К.: Асоціація «ЗЕД», 2014. – 184 с.
8. Integrated project delivery: a guide [Text]. – AIA. – 2007. – Available at: https://info.aia.org/SiteObjects/files/IPD_Guide_2007.pdf
9. Didkovskaya, O. V. Development of Cost Engineering System in Construction [Text] / O. V. Didkovskaya, O. A. Mamayeva, M. V. Ilyina // Procedia Engineering. – 2016. – Vol. 153. – P. 131–135. doi: 10.1016/j.proeng.2016.08.092
10. Rachwan, R. The Influence of Value Engineering and Sustainability Considerations on the Project Value [Text] / R. Rachwan, I. Abotaleb, M. Elgazouli // Procedia Environmental Sciences. – 2016. – Vol. 34. – P. 431–438. doi: 10.1016/j.proenv.2016.04.038
11. Cheng, J. C. P. Integrating Agent-Based Human Behavior Simulation with Building Information Modeling for Building Design [Text] / J. C. P. Cheng, J. L. Vincent // International Journal of Engineering and Technology. – 2013. – P. 473–477. doi: 10.7763/ijet.2013.v5.600
12. Yellowly, I. Engineering design: structure, value and assessment [Text] / I. Yellowly // Proceedings of the Canadian Engineering Education Association. – 2011. doi: 10.24908/pceea.v0i0.3762
13. Surya Theja Reddy, A. Application of Value Engineering in Building Construction [Text] / A. Surya Theja Reddy, S. Polisetty // International Journal of Latest Trends in Engineering and Technology. – 2016. – Vol. 8, Issue 1. – P. 239–244. doi: 10.21172/1.81.032
14. Lee, S.-K. Critical Success Factors for Project Management Information System in Construction [Text] / S.-K. Lee, J.-H. Yu // Journal of Construction Engineering and Project Management. – 2011. – Vol. 1, Issue 1. – P. 25–30. doi: 10.6106/jcep.m.2011.1.1.025
15. A guide to the project management body of knowledge (PMBOK guide) [Text]. – USA: Project Management Institute, 2013. – 589 p.
16. Ohara, S. P2M: A guidebook of project and program management for enterprise innovation. Vol. 1 [Text] / S. Ohara. – Tokyo: Project Management Professionals Certification Center (PMCC), 2005.
17. Бушуев, С. Д. Системна інтеграція підходів в управлінні будівельними проектами [Текст] / С. Д. Бушуев, О. О. Бойко // Управление развитием сложных систем. – 2016. – № 26. – С. 43–48.
18. Бугров, О. В. Функціональний аналіз програм регіонального розвитку [Текст] / О. В. Бугров, О. О. Бугрова // Управление развитием сложных систем. – 2016. – № 26. – С. 30–36.
19. Саати, Т. Принятие решений: Метод анализа иерархий [Текст] / Т. Саати. – М.: Радио и связь, 1993. – 278 с.
20. Бугрова, О. О. Основи теорії динаміки ефективності проектів [Текст] / О. О. Бугрова // Економіка та держава. – 2005. – № 7. – С. 44–46.
21. Kepner, C. H. The Rational Manager [Text] / C. H. Kepner, B. B. Tregoe. – New York: McGraw-Hill, 1965.
22. Kaplan, R. S. The Balanced Scorecard: Measures that Drive Performance [Text] / R. S. Kaplan, D. P. Norton // Harvard Business Review. – 1992. – Vol. 70, Issue 1. – P. 71–79.