

DOI: 10.32347/2412-9933.2020.44.116-127

УДК 69.003:339.03

Бінд Вячеслав Євгенович

Здобувач кафедри менеджменту в будівництві, orcid.org/0000-0001-9522-643X
Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ

Гижко Андрій Петрович

Здобувач кафедри менеджменту в будівництві, orcid.org/0000-0002-8682-9084
Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ

Болебрух Олег Сергійович

Асистент кафедри економіки та менеджменту, orcid.org/0000-0002-6205-1124
Відокремлений структурний підрозділ (ВСП) Інститут інноваційної освіти Київського національного університету будівництва і архітектури, Київ

Петруха Ніна Миколаївна

Кандидат економічних наук, доцент кафедри менеджменту в будівництві, orcid.org/0000-0002-3805-2215
Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ

Ваколюк Анатолій Степанович

Здобувач кафедри менеджменту в будівництві, orcid.org/0000-0003-0599-6436
Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ

Малашкін Максим Анатолійович

Здобувач кафедри менеджменту в будівництві, orcid.org/0000-0001-5709-9599
Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ

ФОРМАЛІЗАЦІЯ ТА ЗАГАЛЬНОМЕТОДИЧНИЙ КОНЦЕПТ ВАРТІСНОГО ІНЖИНІРИНГУ В СИСТЕМІ АНТИКРИЗОВОГО МЕНЕДЖМЕНТУ БУДІВЕЛЬНИХ ПІДПРИЄМСТВ

Анотація. В статті доведено, що вартісний інжиніринг (Value engineering) – це комплекс методів і засобів управління вартістю інвестиційного проєкту на всіх етапах його життєвого циклу, що визначає економічні відносини серед його учасників. Визначено, що вартісний інжиніринг включає в себе: формування бюджету проєкту (бюджетне планування проєкту, оцінку ефективності капітальних вкладень, інвестиційну оцінку); кошторисне ціноутворення; експертизу (перевірку достовірності визначення) кошторисної вартості будівництва; формування вартості будівництва; вартісний контроль процесу реалізації проєкту; аналіз фактичних витрат (вартості будівництва). Вартісний інжиніринг інвестиційно-будівельних проєктів тісно пов'язаний з поняттями: управління ризиками проєкту, комплексне управління вартістю проєктів (ТСМ – total cost management). Застосування вартісного інжинірингу дає змогу завершити проєкт в рамках запланованих термінів і бюджету при повному задоволенні визначених раніше очікувань Замовника, тобто при повному досягненні всіх заздалегідь визначених результатів. Завдяки значному досвіду і високій кваліфікації в реалізації проєктів у форматі ЕРС (Engineering, Procurement, Construction – контракт повного обсягу робіт «під ключ»), фахівці можуть домогтися зниження інвестиційних та операційних витрат інвестора на 10 – 15%. При комплексному управлінні проєктом можуть використовуватися всі методики й інструменти вартісного інжинірингу, такі як технологічний аудит, ціновий аудит, методика освоєного обсягу, прикладне застосування яких наведено із застосуванням економіко-математичного моделювання.

Ключові слова: вартісний інжиніринг; управління вартістю інвестиційного проєкту; інвестиційна оцінка; формування вартості будівництва; будівельне підприємство

Вступ

Виробничо-господарська діяльність будівельного підприємства супроводжується щоденним ухваленням і розробленням низки управлінських рішень. Від ефективності останніх залежить

прибутковість підприємства та ефективність його ринкової діяльності. Складність розвитку суб'єктів господарювання будівництва зумовлена такими факторами: зміни у державному регулюванні економіки, інновації у технологіях та виробництві, низький рівень маркетингових досліджень ринку

збуту будівельної продукції, коливання кон'юнктури, дефіцит фінансових коштів, необхідність технічного переозброєння та реконструкції підприємств. Мінливість умов ринкового середовища вимагає менеджмент спиратись на отримані знання у процесі життєдіяльності суб'єктів господарювання, щоб мати можливість користуватись найефективнішими методами та інструментами з уникненням помилок минулого.

Питання підвищення ефективності операційної діяльності розглядається як ключове в аспекті конкурентоспроможності бізнесу. Особливої актуальності проблема набуває за кризових умов в економіці, оскільки такі умови вимагають жорсткого скорочення витрат і забезпечення максимальної віддачі продуктивної системи за мінімальних капіталовкладень. Необхідною умовою її вирішення є удосконалення економічного обґрунтування як стратегічних, так і тактичних аспектів управлінських рішень, а також механізмів їх реалізації.

Мета статті

Метою роботи є вдосконалення методичного підходу та формалізованого аналітичного підґрунтя до пошуку шляхів розвитку підприємств будівельного комплексу через вартісний інжиніринг їх операційно-виробничої системи (бізнес-процесів) та організаційної структури управління в умовах кризи.

Досягнення поставленої мети роботи здійснювалось через постановку та вирішення низки завдань дослідження:

- обґрунтувати методичні та прикладні переваги розгляду вартісного інжинірингу як спеціального інноваційно-інвестиційного проекту, спрямованого на вдосконалення та розвиток бізнес-процесів всередині операційної системи будівельних підприємств (ОС БП), так і системи адміністрування будівельними проектами, щодо яких це підприємство виступає виконавцем;

- розробити науково-методичний комплекс обґрунтування економічного змісту та управлінського регламенту підготовки та реалізації вартісного інжинірингу як проекту оновлення ОС БП та системи адміністрування проектів, відведених БП як підприємству-виконавцю.

Виклад основного матеріалу

Головну відмінну особливість управління в будівництві становить локальна закріпленість та нерухомість його продукції. На відміну від більшості галузей промисловості, продукція яких рухлива, а знаряддя праці закріплені, в будівництві продукція нерухома, а рухливими є знаряддя праці [1, с. 31]. В силу локального закріплення споруджуваних об'єктів виникає необхідність у мобільності будівельних організацій, зведенні тимчасових

будівель і споруд. Крім того, нерухомість будівельної продукції призводить до значної територіальної роз'єднаності об'єктів.

Другою відмінною особливістю управління у будівництві є врахування тривалості його виробничого циклу, що пояснюється поступовим нарощуванням технічної готовності споруджуваних об'єктів [2, с. 48]. Ця особливість призводить до значного обсягу оборотних коштів, вкладених у будівництво, що обумовлює необхідність його довгострокового планування в нерозривному зв'язку з розвитком інших галузей і всього народного господарства в цілому.

На думку [3], основна діяльність підприємства не повинна обмежуватись лише створенням і реалізацією нового продукту (товару, послуги), а й має забезпечувати передумови для диверсифікації виробничого процесу з використанням новітніх технологій. В такому випадку можна говорити про інтеграцію двох видів діяльності – основної та інноваційної, в ході створення підґрунтя для ведення ефективного господарювання з метою отримання максимального економічного і соціального ефекту від вкладення фінансових ресурсів в розвиток підприємництва, що є особливо актуальним для функціонування будівельних підприємств.

На перших етапах свого розвитку класичний інжиніринг як вид діяльності був орієнтований на практичне застосування знань природничих наук й ототожнювався лише з винахідництвом. Відповідно інжиніринг розширює свої межі до конструювання, тобто розроблення конструкції технічних систем, які складаються з певним чином зв'язаних стандартних елементів, що випускаються промисловістю або винайдені заново, і є загальними для цілого класу виробів виробництва. Головним принципом інжинірингу стає принцип: від загального до конкретного [4].

Пізніше його принципи переносяться в управління підприємством із виникненням методу революційного перетворення діяльності підприємства, який отримав назву реінжинірингу. У 1990 р. незалежно один від одного М. Хаммер та Т. Давенпорт опублікували статті [5; 6], в яких було висунуто ідею реінжинірингу бізнес-процесів. Пізніше у 1991 р. Дж. Харрінгтон висунув концепцію удосконалення бізнес-процесів у своїй однойменній праці «Business process improvement» [7]. Він обґрунтував необхідність виокремлення бізнес-процесів, визначення джерел і системи надходження інформації про процеси, визначення ресурсів бізнес-процесів, їх взаємозв'язку. Найбільшого розповсюдження концепція набула після того, як М. Хаммер та Дж. Чампі опублікували роботу «Реінжиніринг корпорації – маніфест революції в бізнесі» у 1993 р.

Згідно з інформацією, наданою у [8], деякі види будівельного інжинірингу мають самостійне значення і класифікуються за видами об'єктів (будівель і споруд) або за видами послуг з інженерного забезпечення. До них належать:

- розрахунок і проектування будівельних конструкцій (structural engineering);
 - антисейсмічний інжиніринг (Earthquake engineering);
 - інжиніринг будівельних матеріалів та конструкцій (materials engineering);
 - геотехнічний і геологічний інжиніринг (geotechnical engineering);
 - геодезичний інжиніринг (surveying);
 - управління будівельним виробництвом (construction engineering);
 - інжиніринг навколишнього середовища (environmental engineering);
 - гідротехнічний інжиніринг (coastal engineering);
 - інжиніринг водних ресурсів (water resources engineering);
 - інжиніринг міського господарства (municipal or urban engineering);
 - транспортний інжиніринг (transportation engineering);
 - дорожній інжиніринг (pavement engineering)
- тощо.

European Centre for Peace and Development (ECPD) дав таке визначення терміну «інженерія»: «творче застосування наукових принципів для проектування чи розробки структур, машин, апаратури, виробничих процесів або робота з використанням їх окремо чи в комбінації; конструювання або управління тим самим з повним знанням їх дизайну; передбачення їх поведінки під певними експлуатаційними режимами».

Отже, інжиніринг, по суті, являє собою застосування інженерних принципів на практиці. Ключовими словами тут є «творче застосування» і «проектування». І ніде так явно не може проявитися творчий, тобто індивідуальний підхід до проектування, як у будівництві. Адже кожен, хто має щонайменше уявлення про цю галузь, розуміє, що будь-який інвестиційний проект є унікальним.

З точки зору спеціального законодавства України (Закону про архітектурну діяльність [9]) *інжинірингова діяльність у сфері будівництва (інжиніринг)* – діяльність з надання послуг інженерного та технічного характеру, до яких належать проведення попередніх техніко-економічних обґрунтувань і досліджень, експертизи проекту, розроблення програм фінансування будівництва, організація виготовлення проектної документації, проведення конкурсів і торгів, укладання договорів підряду, координація діяльності

всіх учасників будівництва, а також здійснення технічного нагляду за будівництвом об'єкта архітектури та консультації економічного, фінансового або іншого характеру.

Отже, під поняття інжинірингової діяльності підпадає та діяльність, яку зазвичай ведуть компанії-девелопери, тобто це послуги у сфері організації будівництва, його фінансування та управління проектом. Послуги подібного характеру в частині замовлення проектної документації, проведення тендерів на окремі види робіт, матеріали та обладнання можуть надаватися замовнику й генеральним підрядником.

У Податковому кодексі України [10] існує таке трактування в пункті 14.1.85: «інжиніринг – надання послуг (виконання робіт) із складення технічних завдань, проектних пропозицій, проведення наукових досліджень і техніко-економічних обстежень, виконання інженерно-розвідувальних робіт з будівництва об'єктів, розроблення технічної документації, проектування та конструкторського опрацювання об'єктів техніки і технології, надання консультацій та авторського нагляду під час монтажних та пусконаладжувальних робіт, а також надання консультацій, пов'язаних із такими послугами (роботами).

Звернемо увагу на те, що за межі наукових і техніко-економічних досліджень у будівництві справа не виходить. Єдине, що прямо зараховано до інжинірингу в будівництві, – це надання послуг у частині проектних пропозицій та інженерно-дослідних робіт. Далі у визначенні йдеться про інжиніринг у галузі техніки й технологій, тобто відбувається ненав'язлива підміна понять: *поняття інжинірингу переноситься з класичної будівельної сфери до сфери технічної*, що докорінно неправильно, оскільки поняття інжинірингу було просто поширено на вказані галузі [11].

У порівнянні з попередніми Ліцензійними умовами (наказ Мінрегіонбуду від 27.01.2009 № 47 [12]), новий документ Закону України «Про ліцензування видів господарської діяльності» [13] втричі зменшив кількість робіт у сфері будівництва, які підлягають ліцензуванню, серед яких і роботи інжинірингової діяльності, виконавці частини яких отримують окремі сертифікати на здійснення відповідної діяльності.

Для чіткого розуміння послуг, які належать до інжинірингу в Українському законодавстві, звернемося до *КВЕД*. Це документ, написаний відповідно до програми переходу країни на міжнародну систему класифікації обліку і статистики, а саме на класифікації видів діяльності країн Європейського Союзу — *Nomenclature of Activities European Community* [14]. Наводимо витяг із *КВЕД* щодо інжинірингових послуг (рис. 1).

КВЕД	
74.20.1	<p>Діяльність у сфері інжинірингу Цей підклас включає:</p> <ul style="list-style-type: none"> – консультування у галузі архітектури на попередніх стадіях проектування; – архітектурно-проектні роботи: проектування будівель та споруд, включаючи виготовлення робочих креслень, нагляд за будівництвом (діяльність генеральних підрядників: замовлення проекту, розроблення проектно-кошторисної документації, укладання договорів на будівельні роботи, контроль виконання, здавання об'єктів «під ключ»), планування міст, включаючи ландшафтне проектування садів, парків, спортивних споруд тощо; – проектування виробничих будівель та споруд, включаючи розміщення машин та устаткування; – проектування, управління проектами, інженерно-технічну діяльність: проектування інженерних споруд, включаючи гідротехнічні споруди, проектування руху транспортних потоків, розроблення та реалізацію проектів у галузі електротехніки, електроніки, гірництва, хімічної технології, машинобудування, промислового будівництва та системотехніки, техніки безпеки тощо; – розроблення проектів у галузі кондиціонування повітря, холодильної техніки, санітарної техніки та систем контролю за забрудненням навколишнього середовища, будівельної акустики тощо; – діяльність технічних консультантів; – інші послуги в галузі проектно-конструкторських робіт. <p>Цей підклас не включає:</p> <ul style="list-style-type: none"> – розвідувальне буріння (див. 45.12); – консультування з питань інформатизації (див. 72.10); – діяльність у сфері досліджень та розробок (див. 73.1); – проведення технічних випробувань (див. 74.30); – послуги декораторів інтер'єру (див. 74.87)

Рисунок 1 – КВЕД «Діяльність інжинірингу»

Якщо ми уважно вивчимо наведений перелік, то побачимо, що все стає на свої місця. Тут є місце і консультуванню в частині архітектури на попередніх стадіях будівництва, і архітектурно-проектним роботам, таким як проектування будівель і споруд, включаючи виготовлення робочих креслень, ландшафтне проектування, проектування виробничих будівель і споруд, де своє місце займає розміщення машин і обладнання, управління проектами, у т.ч. і здавання їх «під ключ», і інженерно-технічну діяльність. Причому така інженерно-технічна діяльність займає лише відведену їй частину в загальній класифікації інжинірингових послуг, а весь список закінчується словами: *«та інших послуг у галузі проектно-конструкторських робіт»*, що дає можливість визначати в контрактах широкий комплекс робіт у сфері проектування як інжинірингові послуги.

Стрімке зростання міжнародних операцій з торгівлі інженерно-технічними послугами призвело до утворення і розвитку міжнародного ринку інжинірингових послуг (виокремився самостійний вид міжнародних комерційних операцій) [15, с. 200].

Отже, на основі аналізу літературних джерел можна визначити поняття **інжинірингу в операційній діяльності будівельного підприємства як діяльність з надання послуг інженерного та технічного характеру щодо міри економічності використання ресурсів підприємства (фондів, часу, енергії, ресурсів праці, інформації) та їх перетворення у соціально-економічні результати основної діяльності та/або досягнення цільових параметрів функціонування підприємства.**

На основі проведеного дослідження можна запропонувати комплексну типологію інжинірингу за низкою суттєвих та незалежних ознак з урахуванням недоліків розглянутих вище класифікацій (рис. 2).

Очевидно, що завдання групування видів інжинірингових проектів (як і загалом побудова

будь-яких класифікаційних схем) має розглядатися не як самоціль, а як засіб для розв'язання подальших завдань в обраному колі досліджень.

Окремої уваги заслуговує дослідження вартісного інжинірингу як складового елементу інжинірингової системи. У літературі [1] вартісний інжиніринг (VI) розглядається як керуюча система, заснована на нормативно-правовій та методичній документації, яка охоплює всі напрями діяльності здійснення вартісних розрахунків по всіх напрямках інвестиційно-будівельного проекту.

Інжиніринг вартості – це один із найчастіше неправильно сприйнятих процесів у світі оцінки витрат. Деякі кажуть, що це те саме, що скорочення витрат, скорочення бюджету та зменшення обсягу. Інші додають, що втрата якості, усунення та перероблення дизайну є ризиком у процесі.

На сьогодні аналіз вартості вважається «інженерною оцінкою вартості», і це є важливою частиною процесу хорошого оцінювача. Згідно з NIBS, інжиніринг вартості – це "свідомий і чіткий набір дисциплінованих процедур, призначених для пошуку оптимальної вартості як для початкових, так і для довгострокових інвестицій". Це вважається організованою груповою роботою, яка покликана шукати найкращу цінність із найменшими витратами.

Існує три основні етапи створення вартості:

1. Планування.
2. Дизайн.
3. Методологія та підхід.

Інжиніринг вартості може застосовуватися на будь-якій стадії проекту – навіть під час будівництва, хоча цей етап іноді може становити найбільший ризик. Чим швидше це буде застосовано, тим вищий рівень успіху. Якщо ви просто намагаєтеся скоротити початкові витрати, інжиніринг вартості не для вас. Це лише реакція на перебіг бюджету.

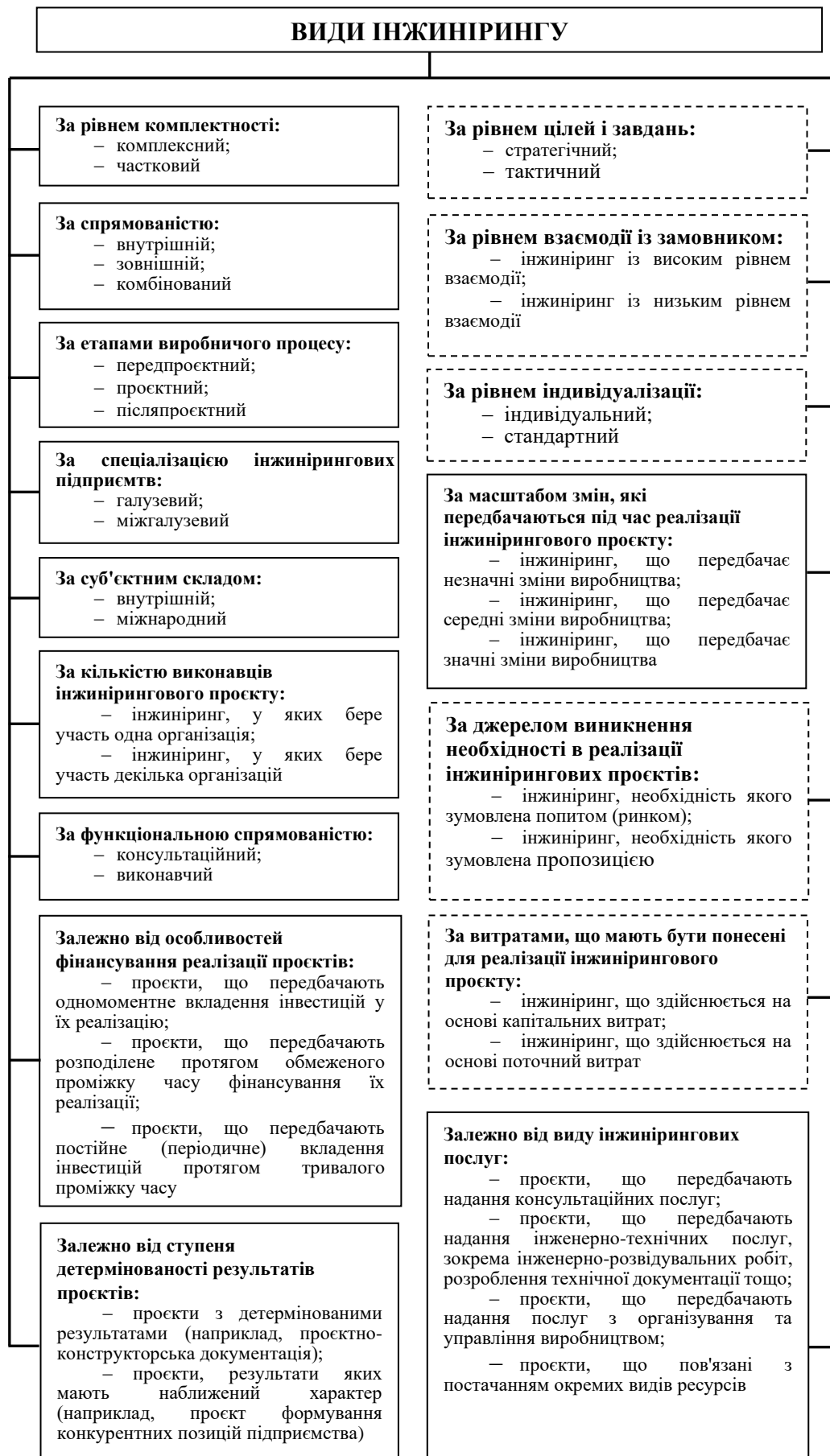


Рисунок 2 – Комплексна типологія інжинірингу

Джерело: складено автором

Вартісний інжиніринг – це сфера (область) діяльності з виробництва вартісних розрахунків (обґрунтувань) на всіх етапах здійснення інвестиційно-будівельного проєкту, що визначає економічні відносини серед його учасників.

Своєю чергою вартісний інженер – освічений, навчений і достатньою мірою кваліфікований фахівець для розвитку і застосування в практичній діяльності (на основі принципів проєктування, техніки, технології) методів і засобів управління вартістю проєкту, яке включає в себе: оцінку і кошторис, вартісний контроль за рівнем витрат і бюджету проєкту загалом, проєктування вартості, управління ефективністю будівництва, оцінку капіталовкладень (інвестиційну оцінку), аналіз ризиків і фактичну вартість проєкту (рис. 3).

Вартісний інжиніринг як область діяльності базується на правових, нормативних та методичних документах, розроблених в результаті науково-дослідних робіт, діяльності професійних спілок та асоціацій з урахуванням трансферу знань країн ринкової економіки.

Вартісний інжиніринг як комплексне рішення задач замовника дійсно є актуальним продуктом, який все більше буде затребуваний ринком.

Особливо в нинішніх умовах, коли будь-яка компанія, тим більше та, що працює у сфері нерухомості, ключовим завданням ставить скорочення витрат діяльності.

Розвиток вартісного інжинірингу можна подати у вигляді комплексу (рис. 4).

Поданий на рис. 4 комплекс інжинірингу побудовано на системності вартісного інжинірингу операційної діяльності в поєднанні з Х-інжинірингом, що передбачає відповідальність інформатизації процесів операційного управління БП, а також І-інжиніринг, що побудовано на інтелектуальних та творчих якостях управлінського персоналу будівельного підприємства.

Творчий підхід у перепроектуванні процесів є особливою вимогою, оскільки недостатньо змоделювати інформаційний процес згідно з новими визначеними параметрами та чинниками. Творчий потенціал має бути задіяний, щоб забезпечити правильний вибір методів, технологій та процедур. Тобто від досвіду, навичок, інтуїції, знань залежить розробка програми щодо реорганізації інформаційних та бізнес-процесів.

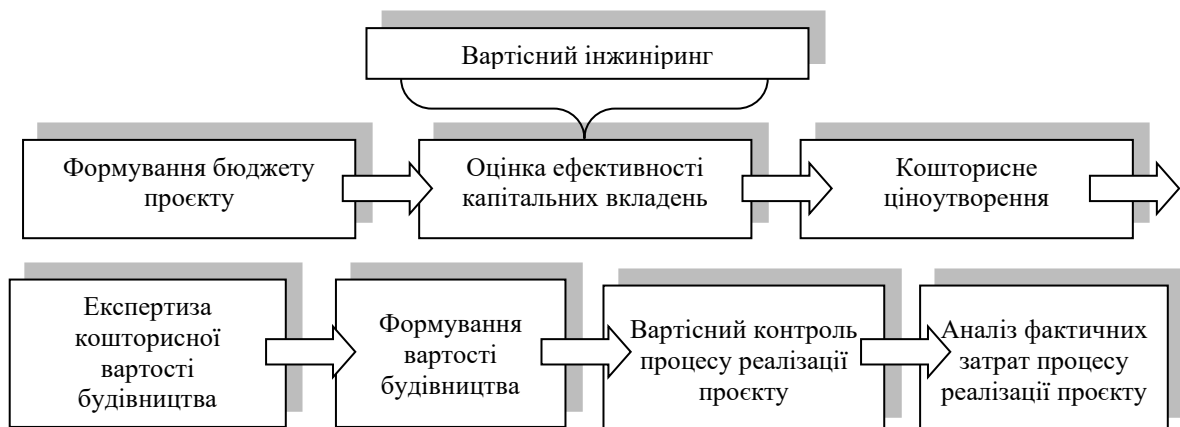


Рисунок 3 – Етапи вартісного інжинірингу

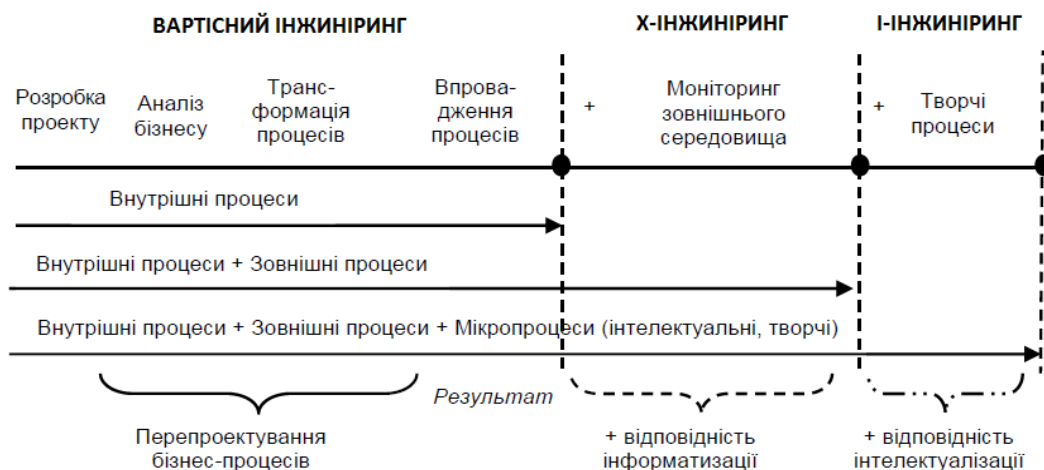


Рисунок 4 – Розвинутий сценарій вартісного інжинірингу

У результаті поєднання знань із технологіями, з підкріпленням оперативними та звітними даними мікро-, мезо- та макrorівнів необхідно забезпечити комплексну модернізацію чинного інформаційно-аналітичного забезпечення управління підприємницькою діяльністю суб'єктів господарювання. Часто недостатність інформації – це визначальний чинник негативного впливу, тому певні проекти не мають позитивного результату, оскільки обмежені в усебічній обізнаності стосовно внутрішнього та зовнішнього середовища.

Функціонування підприємства містить у собі операційну, інноваційну та фінансову діяльність. Найважливішою є операційна, що поєднує в собі заготівлю ресурсів, технологію виробництва продукції та її реалізацію.

Оскільки об'єктом нашого дослідження є інжиніринг операційної діяльності, то передусім виникає необхідність окреслити найважливіші підходи до його організаційного та інформаційного забезпечення в системі управління підприємством.

Методика освоєння обсягу (*Earned Value Management*) – передова система методик вартісного інжинірингу, об'єднаних загальною назвою, що використовуються для вимірювання та контролю ефективності виконання проектів. Дуже важливим етапом реалізації проекту є етап попереднього технологічного інжинірингу, оскільки ступінь впливу на проект у міру реалізації значно падає. Можливість змін у проекті істотно залежить від своєчасності опрацювання варіантів, вибору пріоритетного вирішення і використання гнучких

підходів при розробленні. Погано оптимізовані проектні рішення можуть негативно позначитися на інвестиційній привабливості проекту і призвести до припинення реалізації на багатьох етапах. Застосування методики дає можливість на будь-якій стадії контролювати ефективність виконання проекту і прогнозувати всі відхилення від графіка реалізації і бюджету. Для контролю ефективності виконання проекту створюється: календарно-мережевий графік; інтегрований цільовий план; базисний бюджет.

Аналіз відхилень освоєного обсягу дає змогу: згідно з графіком побачити відставання і випередження цільового плану (відхилення від розкладу); синхронізувати дані зі звітами по завершенню робіт; проаналізувати тенденції відхилення від графіка; за витратами визначити статус виконаних робіт по відношенню до цільового плану (за допомогою відхилення за витратами); визначити відхилення (усунути помилку оцінки реалізації проекту, що виникла при прямому порівнянні фактичних витрат з бюджетом); за готовністю розставити пріоритети і сконцентруватися на роботах, націлених на реалізацію проекту; оцінити вимоги і сформулювати найбільш ймовірну оцінку часу і витрат, необхідних для реалізації цілей; відхилення за ступенем готовності допомагає оцінити ступінь розбіжності з планом.

Основні показники, що використовуються для аналізу стану витрат за проектом, представлені в табл. 1.

Таблиця 1 – Вартісні параметри робіт проекту

№	Економічна сутність	Показник	Формула чи спосіб розрахунку
1	Планова вартість виконаних робіт (BCWP, освоєний обсяг) – планова вартість фактично виконаних робіт або кількість ресурсу, запланована на фактично виконаний обсяг робіт на поточну дату	BCWP	$BCWP = \text{Планова вартість} \times \% \text{ використання ресурсу}$
2	Загальні бюджетні витрати	Ct	Повна вартість роботи, прийнята в базовому плані
3	Бюджетна вартість (BCWS) – частина вартості роботи, яка повинна бути освоєна до поточної дати відповідно до базового плану (вартість роботи в розрахунку за період часу за планом)	BCWS	Загальні бюджетні витрати \times % за планом
4	Фактичні витрати (ACWP)	ACWP	Фактичні витрати по роботі на поточну дату
5	Індекс освоєння витрат = 1 – витрати на поточну дату відповідають плану > 1 – на поточну дату витрачено менше коштів, ніж передбачено < 1 – на поточну дату засобів витрачено більше, ніж передбачено	CPI	Освоєний обсяг / Фактичні витрати
6	Відхилення за витратами < 0 – перевитрата коштів на поточну дату > 0 – недовитрата коштів на поточну дату	CV	Освоєний обсяг – Фактичні витрати

Закінчення табл. 1

7	Відносне відхилення за витратами	CVi	Показує відношення відхилення за витратами до запланованих по бюджету витрат на поточну дату (BCWS)
8	Оцінка вартості до завершення	Vf	Базується на поточних результатах
9	Оцінка (прогноз) вартості по завершенні – оцінка повної вартості робіт, що базується на поточних витратах	Vp	Фактичні витрати + Оцінка вартості до завершення
10	Індекс виконання плану – відношення освоєного обсягу до бюджетної вартості робіт за планом на поточну дату	Ip	Освоєний обсяг / Бюджетна вартість
11	Розбіжність за витратами, < 0 – перевитрата витрат	Qc	Бюджетні витрати – Оцінка вартості по завершенні проекту
12	Відсоток перевитрати витрат, %	Qcb	Розбіжність за витратами / Бюджетні витрати

Основною перевагою методики освоєного обсягу є можливість виявлення на ранніх стадіях реалізації проекту невідповідності фактичних показників проекту плановим, прогнозування на їх основі результатів виконання проекту (термінів, витрат і т. д.) і прийняття своєчасних коригувальних впливів, аж до припинення проекту.

Крім оцінки сумарних витрат на виконання проекту, на підставі розглянутих показників освоєного обсягу можливе також прогнозування інших характеристик проекту.

Прогнозування витрат за проектом включає оцінку кінцевої вартості проекту на підставі інформації про витрати проекту на поточний момент часу.

Існують такі варіанти оцінки кінцевої вартості проекту (EAC), за яких використовуються як традиційний метод оцінки, так і метод освоєного обсягу:

– Вартість по завершенні = Фактичні витрати на поточну дату + Вартість проекту, що залишилась, скоригована з урахуванням індексу освоєння витрат;

– Вартість по завершенні = Фактичні витрати на поточну дату + Оцінка залишкової вартості проекту (ETC);

– Вартість по завершенні = Фактичні витрати на поточну дату + Новий кошторис на решту робіт за проектом.

Індекс освоєння витрат (CPI) розраховується як відношення освоєного обсягу до фактичних витрат:

$$CPI = BCWP / ACWP. \quad (1)$$

Паралельно розраховується індекс виконання розкладу (SPI):

$$SPI = BCWP / ACWS. \quad (2)$$

З використанням цих показників оцінка витрат по завершенні (прогнозовані витрат) розраховується наступним чином:

1. Традиційний метод:
 $EAC = ACWP + ETC. \quad (3)$

2. Метод освоєного обсягу:
 ✓ Песимістична оцінка:
 $EAC = [(BC-BCWP)/\sum CPI] + ACWP. \quad (4)$

✓ Оптимістична оцінка:
 $EAC = [(BC-BCWP)/\sum SPI] + ACWP. \quad (5)$

Також може використовуватися показник прогнозного відхилення вартості проекту (variance at completion – VAC):

$$VAC = BAC - EAC. \quad (6)$$

У цих формулах використовуються сумарні індекси, а не періодичні або дискретні. Періодичні дані про витрати в різні моменти часу можуть значно відрізнятися один від одного, що в результаті призведе до викривлення даних кінцевого результату. Сумарні дані вирівнюють ці відхилення, залишаючись при цьому більш надійним інструментом для довгострокового прогнозування.

Найбільш універсальним способом опису випадкових величин є знаходження їх інтегральних чи диференціальних функцій. Під інтегральною функцією розподілу випадкових спостережень слід розуміти ймовірність того, що результати спостережень x_i в i -му вимірюванні будуть менше деякого побічного значення x_i від самої величини x :

$$F_x(x) = P\{x_i \leq x\} = P\{-\infty < x_i < x\}, \quad (7)$$

де P – ймовірність подій, змін величини x_i .

Графік інтегральної функції розподілу випадкових величин являє собою неперервну зростаючу криву, яка починається від 0 на від'ємній нескінченності і симптотично наближається до 1 при збільшенні аргумента.

Для проведення оцінювання ефективності вартісних показників БП, як правило, використовуються кілька відносних показників

різних груп, виражених у відносних одиницях і шкалах.

Для переходу від експертних числових оцінок якості показників управління (відносних показників) застосуємо узагальнену функцію бажаності Харінгтона, суть якої полягає у зведенні якісних критеріїв – показників (відмінно, дуже добре, добре, задовільно тощо) до кількісного значення від 0,999 до 0. Для того щоб визначити якість прийнятих управлінських рішень з метою визначення комплексного чи інтегрального показника БП процесу формування загальних управлінських рішень, використаємо:

$$H(v_i) = \exp(-\exp(-v_i)), \quad (8)$$

де $H(v)$ – значення функції бажаності для критерія (показника); v ; v_i – значення оцінки за шкалою Харінгтона.

Визначення кількісних значень за таким підходом виконується згідно з основними методами кваліметрії та метрології.

Використання функції бажаності дає змогу звести кількість оцінок якості прийняття вартісних управлінських рішень до кількісних в інтервалі від 0 до 1. У табл. 2 представлені середні і граничні значення функції бажаності, які потрібні для визначення комплексного показника бізнес-процесів підприємства. Стандартні відмінки по шкалі бажаності відповідають точкам кривої (інтегральної функції), яка задана формулою:

$$H_v = (e^{-e})^{-y}. \quad (9)$$

Таблиця 2 – Відповідність якісних оцінок значенням кількісних показників функції бажаності Харінгтона

Значення в межах інтервалу шкали	Оцінка якості показників	Значення за шкалою бажаності	
		діапазон	середнє значення
3 – 4	Відмінно	⟨ 0,950	0,975
2 – 3	Дуже добре	0,875 – 0,950	0,913
1 – 2	Добре	0,690 – 0,875	0,782
0 – 1	Задовільно	0,367 – 0,690	0,530
(-1) – 0	Погано	0,066 – 0,367	0,285
(-2) – (-1)	Дуже погано	0,001 – 0,066	0,033

За наявності оцінок експертів вартісного інжинірингу за якісними показниками «відмінно», «дуже добре», «добре», які зведені за шкалою Харінгтона $h(v)$, можна навести (прийняти) інтегральні показники якості прийняття управлінських рішень вартісного характеру D_i як згортку часткової функції бажаності. В межах шкали

бажаності Харінгтона можна представляти двома згортками:

– середньгеометричною:

$$R_G = \prod_{1 \leq i \leq g} h_i^{a_i} = \exp \left[- \sum_{i=1}^g a_i \exp(-Y_i') \right]; \quad (10)$$

– середньоекспоненціальною:

$$R_E = \exp \left[- \prod (-\ln h_i)^{a_i} \right] = \exp \left[- \exp \left(- \sum_{i=1}^g a_i Y_i' \right) \right], \quad (11)$$

де g – кількість критеріїв-показників $i = 1, 2, \dots, g$; d_i – вагові коефіцієнти, які враховують ступінь впливу критеріїв (показників) на інтегральний показник; розраховуються для кількісних і якісних критеріїв з урахуванням їх загального ранжування:

$$0 \leq a_i \leq 1, \quad \sum_{i=1}^g a_i = 1. \quad (12)$$

Якщо вагові коефіцієнти d_i є рівнозначні для всіх показників прийняття управлінських рішень будівельного проєкту:

$$R_G = \sqrt[g]{\prod_{i=1}^g h_i}. \quad (13)$$

Геометрична і експоненціальна згортки є середніми значеннями за Колмогоровим, відображають властивість єдності і відповідності всіх критеріїв якості. Порівняння ж двох згорток показує, що узагальнений критерій за середнім геометричним, визначеним R_G , є більш жорстким, ніж середній експоненціальний критерій R_E при оцінці якості управлінських рішень, тобто:

$$R_{G_1}(h_1; h_2; h_3) \leq R_{E_1}(h_1; h_2; h_3). \quad (14)$$

Що вирішується так:

$$\begin{aligned} R_E &= \exp \left[- \prod_{1 \leq i \leq g} (-\ln h_i)^{a_i} \right] = \\ &= \exp \left\{ - \prod_{1 \leq i \leq g} \left(\exp(-Y_i') \right)^{a_i} \right\} = \\ &= \exp \left[\exp \left(- \sum_{i=1}^g a_i Y_i' \right) \right] \geq \\ &\geq \exp \left[- \sum_{i=1}^g a_i \exp(-Y_i') \right] = \\ &= \prod_{1 \leq i \leq g} h_i^{a_i} = R_G. \end{aligned} \quad (15)$$

Якщо $D_i=1$ для всіх критеріїв – показників якості управлінських вартісно-інжинірингових рішень, то подальший пошук показника не доцільний, бо $DG \leq 0$.

Отже, з якою б точністю не була зроблена оцінка управлінських рішень вартісного інжинірингу по завершенні, вона не буде на 100% коректно

відображати кінцевий результат проекту. Чим ближче момент оцінки до моменту завершення проекту, тим менше різниця між цими двома величинами.

Впровадження системи вартісного інжинірингу привело до трансформації організаційної структури КП «Київтеплоенерго» із функціональної в матричну, із призначенням відповідних менеджерів першої та вищої ланки, де для кожного менеджера була закріплена інструкція на прийняття управлінських рішень за групами реагування по відхиленням. При цьому інженери з нагляду за будівництвом, які є працівниками функціональних підрозділів організації, отримали повноваження керівників проектів з правами формувати свої проектні команди.

За допомогою MS Project Professional керівники проектів, на базі розроблених раніше електронних шаблонів, розробляють план-графіки проекту, розподіляють ролеві ресурси, формують бюджет

проекту, визначають групи першої та другої лінії реагування за Δ відхиленням.

У процесі операційної діяльності працівники першої лінії здійснюють розрахунок вартісно-інжинірингових компонент реалізації проекту КП «Київтеплоенерго» та формують набір даних реалізації проекту за кожен квартал роботи (рис. 5).

Далі розраховані попередньо вартісно-інжинірингові показники проекту групуються та формують відповідну лінію тренду, що відображається графічно.

Однозначно важко встановити процент виконання як окремої роботи, так й проекту загалом, оскільки відхилення можуть спостерігатись по окремих кривих розподілу ресурсів. Тобто необхідно враховувати, що отримані значення вартісних показників у певний період часу складаються із сукупності значень окремих робіт, по одним з яких можуть спостерігатись перевитрати, а по інших – відставання.

Вартісно-інжинірингові компоненти попередження економічних деструкцій						
Період	ACWP (Actual Cost of Work Performed)		BCWP (Budgeted Cost of Work Performed)		• BCWS (Budgeted Cost of Work Scheduled)	
	тис. дол. США	у % до BCWP	тис. дол. США	у % до BCWS	тис. дол. США	у % до BCWP
1	4	5	6	7	8	9
2015	69 255	49,0	73 239	51,8	117 346	83,1
2016	88 844	52,5	99 001	58,5	126 236	74,6
2017						
1 квартал	20 836	54,8	23 285	61,3	126 884	73,1
2 квартал	22 768	50,6	26 873	59,7	128 955	72,4
1 півріччя	43 604	52,5	50 158	60,4	128 955	72,4
3 квартал	23 640	47,0	26 771	53,2	132 447	73,4
9 місяців	67 244	50,4	76 929	57,7	132 447	73,4
4 квартал	22 791	46,2	27 432	55,7	134 625	73,7
рік	90 035	49,3	104 361	57,2	134 625	73,7
2018						
1 квартал	19 851	50,6	23 122	58,9	135 836	73,9
2 квартал	20 786	45,5	22 957	50,3	133 929	72,6
1 півріччя	40 637	47,8	46 079	54,3	133 929	72,6
3 квартал	22 546	44,1	27 846	54,5	137 281	74,1
9 місяців	63 183	46,5	73 925	54,4	137 281	74,1
4 квартал	22 299	42,6	27 151	51,9	142 079	75,4
рік	85 482	45,4	101 076	53,7	142 079	75,4
2019						
1 квартал	18 323	51,4	19 695	55,3	137 379	74,4
2 квартал	18 050	56,6	19 119	60,0	137 070	80,2
1 півріччя	36 373	53,9	38 814	57,5	137 070	80,2
3 квартал	17 057	50,1	17 942	52,7	135 891	88,3
9 місяців	53 430	52,6	56 756	55,9	135 891	88,3

Рисунок 5 – Фрагмент зведених даних вартісно-інжинірингових компонент реалізації проекту КП «Київтеплоенерго»

Висновки

Вартісний інжиніринг як комплексне рішення завдань замовника будівництва дійсно є актуальним продуктом, який все більше буде затребуваний ринком. Особливо в нинішніх умовах, коли для будь-якої компанії ключовим завданням є скорочення витрат (як на етапі будівництва, так і при експлуатації об'єкта). Вартісний інжиніринг розглядають з двох боків: з одного – як сферу діяльності з вартісних розрахунків, обґрунтувань, аналізу витрат на етапах здійснення інвестиційних проектів, визначення економічних відносин між їх

учасниками та рішень, що приймаються в процесі господарської діяльності підприємства; з другого – як комплекс методів і засобів управління вартістю; планування, оцінки ефективності інвестицій, кошторисного ціноутворення, інвестиційної експертизи, вартісного контролю процесу реалізації проекту, аналізу фактичних витрат (вартість будівництва). Розвиток інжинірингової діяльності в будівництві направлено на вирішення конкретних завдань, ефективне реагування на зміни у процесі створення і реалізації інвестиційних проектів та будівельної діяльності, що загалом забезпечить підвищення ефективності будівництва.

Список літератури

1. Волков Д. П. Місце і роль операційної діяльності в системі підприємництва. *Вісник ЖДТУ*. 2010. № 3 (53). С. 235–238.
2. Кузнецова І. О. Інжиніринг в процесі управління діяльністю підприємства. *Вісник соціально-економічних досліджень*. 2014. Вип. 1. С. 216–223. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vsed_2014_1_35
3. Davenport, T. H. (1990). *The New Industrial Engineering: Information Technology and Business Process Redesign*. Sloan Management Review, Summer. P. 11–27.
4. Hammer, M. and Champi, D. (1997). *Reinzhiniring korporatsii. Manifest revolyutsii v biznese* [Reengineering Corporation. Manifesto of the revolution in business], Saint Petersburg, Russia, 322 p.
5. Porter, M. and Millar, V. (1985). How Information Gives You Competitive Advantage. *Harvard Business Review*, no. 85, pp. 149–160.
6. Deming, W. E. (1982). *Quality, productivity, and competitive position*. Cambridge, MA: Massachusetts Institute of Technology, Center for Advanced Engineering Study, 373 p.
7. Griffiths, A. (2012). *101 Secrets to Building a Winning Business*. Allen & Unwin Australia, 230 p.
8. Amit, R. and Zott, C. (2001). Value Creation in e-Business. *Strategic Management Journal*, (22) 6 – 7. P. 493–520.
9. Teece, D.J. (2010). Business Models, Business Strategy and Innovation. *Long Range Planning*, 43, pp. 191.
10. Seddon, P.B. (2004). The Case for Viewing Business Models as Abstraction of Strategy. *Communications of the Association for Information Systems*, no. 13, pp. 427–442.
11. Chesbrough, H. (2010), Business Model Innovation: Opportunities and Barriers. *Long Range Planning*, no.43, pp. 354–363.
12. H. James Harrington. *Business Process Improvement Workbook: Documentation, Analysis, Design, and Management of Business*/ McGraw-Hill (1997) 341 p.
13. Будівельна інженерія. Вікіпедія. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D1%83%D0%B4%D1%96%D0%B2%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B0_%D1%96%D0%BD%D0%B6%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D1%96%D1%8F.
14. European Center for Peace and Development (ECPD) <https://www.ecpd.org.rs/>
15. Закон України «Про архітектурну діяльність» № 687-XIV від 20.05.1999 р. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/card/687-14>.
16. Податковий кодекс України № 2755-VІ від 02.12.2010 <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2755-17#Text>
17. Бодій Б. Інжинірингові послуги: нові можливості/Будівельна Бухгалтерія 04.2011. № 8 <https://i.factor.ua/ukr/journals/sbuh/2011/april/issue-8/article-98798.html>.
18. Наказ Міністерство регіонального розвитку та будівництва України «Про затвердження Ліцензійних умов провадження господарської діяльності у будівництві, пов'язаної із створенням об'єктів архітектури» від 27.01.2009 р. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/card/z0226-09>.
19. Закон України «Про ліцензування видів господарської діяльності» № 222-VІІІ від 02.03.2015 <https://zakon.rada.gov.ua/laws/card/222-19>.
20. Класифікація видів економічної діяльності. URL: http://kved.ukrstat.gov.ua/KVED2010/kv10_i.html
21. Цюцюра М. І. Мединська Т. М., Шовківська В. В. Системний підхід до оцінки рівня якості і ефективності бізнес-процесів. *Управління розвитком складних систем*. Київ, 2019. № 40. С. 87 – 93; [dx.doi.org/10.6084/m9.figshare.11969019](https://doi.org/10.6084/m9.figshare.11969019).

Стаття надійшла до редколегії 16.10.2020

Bind Vyacheslav

Applicant for the Department of Management in Construction, orcid.org/0000-0002-0479-7745
Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv

Gizhko Andriy

Applicant for the Department of Management in Construction, orcid.org/0000-0002-8682-9084
Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv

Bolebrukh Oleg

Assistant of the Department of Economics and Management of the Separate Structural Unit (SEU) of the Institute of Innovative Education of the Kyiv National University of Construction and Architecture

Petrukha Nina

PhD (Economics), Associate Professor of the Department of Management in Construction, orcid.org/0000-0002-3805-2215
Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv

Vakolyuk Anatoliy

Applicant for the Department of Management in Construction, orcid.org/0000-0003-0599-6436
Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv

Malashkin Maksym

Applicant for the Department of Management in Construction, orcid.org/0000-0001-5709-9599
Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv

**FORMALIZATION AND GENERAL METHODOLOGICAL CONCEPT OF COST ENGINEERING
IN THE SYSTEM OF CRISIS MANAGEMENT OF CONSTRUCTION ENTERPRISES**

Abstract. The article proves that value engineering (Value engineering) is a set of methods and tools for managing the value of an investment project at all stages of its life cycle, determines the economic relations among the participants. It is determined that cost engineering includes: formation of the project budget (budget planning of the project, assessment of the efficiency of

capital investments, investment assessment) estimated pricing; examination (verification of the accuracy of the determination) of the estimated cost of construction; formation of construction cost; cost control of the project implementation process analysis of actual costs (construction costs). Cost engineering of investment and construction projects is closely related to the concepts: project risk management, integrated project cost management (TCM – total cost management). The use of cost engineering allows to complete the project within the planned time and budget with full satisfaction of previously defined expectations of the Customer, ie with full achievement of all predetermined results. Thanks to considerable experience and high qualification, in realization of projects in the EPC format (Engineering, Procurement, Construction – the contract of full volume of works "turnkey"), experts can achieve reduction of investment and operational costs of the investor by 10-15%. In integrated project management, all methods and tools of cost engineering can be used, such as technological audit, price audit, the method of mastered volume, the application of which are given with the use of economic and mathematical modeling.

Keywords: cost engineering; investment project cost management; investment evaluation; construction cost formation; construction enterprise

References

1. Volkov, D. P. (2010). The place and role of operating activities in the business system. *Bulletin ZhDTU*, 3 (53), 235–238.
2. Kuznetsova, I. O. (2014). Engineering in the management of the enterprise. *Bulletin of socio-economic research*, 1, 216–223. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vsed_2014_1_35.
3. Davenport, T.H. (1990). The New Industrial Engineering: Information Technology and Business Process Redesign. *Sloan Management Review*, 11–27.
4. Hammer, M. & Champi, D. (1997). Reengineering Corporation. Manifesto of the revolution in business. Saint Petersburg, Russia, 322.
5. Porter, M. & Millar, V. (1985). How Information Gives You Competitive Advantage. *Harvard Business Review*, 85, 149–160.
6. Deming, W.E. (1982). Quality, productivity, and competitive position. Cambridge, MA: Massachusetts Institute of Technology, Center for Advanced Engineering Study, 373.
7. Griffiths, A. (2012). 101 Secrets to Building a Winning Business. Allen & Unwin Australia, 230.
8. Amit, R. and Zott, C. (2001). Value Creation in e-Business. *Strategic Management Journal*, 22, 6–7, 493–520.
9. Teece, D. J. (2010). Business Models, Business Strategy and Innovation. *Long Range Planning*, 43, 191.
10. Seddon, P. B. (2004). The Case for Viewing Business Models as Abstraction of Strategy. *Communications of the Association for Information Systems*, 13, 427–442.
11. Chesbrough, H. (2010), Business Model Innovation: Opportunities and Barriers. *Long Range Planning*, 43, 354–363.
12. Harrington, James H. (1997). Business Process Improvement Workbook: Documentation, Analysis, Design, and Management of Business. McGraw-Hill, 341.
13. Civil engineering. Wikipedia. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D1%83%D0%B4%D1%96%D0%B2%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B0_%D1%96%D0%BD%D0%B6%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D1%96%D1%8F.
14. European Center for Peace and Development (ECPD) <https://www.ecpd.org.rs/>
15. Law of Ukraine "On Architectural Activity" № 687-XIV of 20.05.1999. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/card/687-14>.
16. Tax Code of Ukraine № 2755-VI dated 02.12.2010. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2755-17#Text>
17. Bodi, B. Engineering services: new opportunities. *Building Accounting*, 8. <https://i.factor.ua/ukr/journals/sbuh/2011/april/issue-8/article-98798.html>.
18. Order of the Ministry of Regional Development and Construction of Ukraine "On approval of licensing conditions for economic activities in construction related to the creation of architectural objects" from 27.01.2009. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/card/z0226-09>.
19. Law of Ukraine "On licensing of economic activities" № 222-VIII of 02.03.2015 <https://zakon.rada.gov.ua/laws/card/222-19>.
20. Classification of economic activities. URL: http://kved.ukrstat.gov.ua/KVED2010/kv10_i.html
21. Tsiutsiura, M., Medynskaya, T. & Shovkivska, V. (2019). System approach to evaluating the level of efficiency of business processes. *Management of Development of Complex Systems*, 40, 87–93; [dx.doi.org/10.6084/m9.figshare.11969019](https://doi.org/10.6084/m9.figshare.11969019).

Посилання на публікацію

- APA Bind, Vyacheslav, Gizhko, Andriy, Bolebrukh, Oleg, Petrukha, Nina, Vakolyuk, Anatoliy & Malashkin, Maksym. (2020). Formalization and general methodical concept of cost engineering in the system of crisis management of construction enterprises. *Management of Development of Complex Systems*, 44, 116–127. [dx.doi.org/10.32347/2412-9933.2020.44.116-127](https://doi.org/10.32347/2412-9933.2020.44.116-127).
- ДСТУ Бінд В. Є., Гижко А. П., Болебрух О. С., Петруха Н. М., Ваколюк А. С., Малашкін М. А. Формалізація та загальнометодичний концепт вартісного інжинірингу в системі антикризового менеджменту будівельних підприємств. *Управління розвитком складних систем*. Київ, 2020. № 44. С. 116 – 127; [dx.doi.org/10.32347/2412-9933.2020.44.116-127](https://doi.org/10.32347/2412-9933.2020.44.116-127).