

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА»
Факультет автоматизації виробництва та цифрових технологій
Кафедра цифрових технологій та проектно-аналітичних рішень

УДК 338.51:624.9: 519.23

АВТОРЕФЕРАТ **кваліфікаційної роботи**

на здобуття освітнього ступеня магістра

за підсумками виконання
освітньо-професійної програми
«Бізнес-процеси та операційна ефективність»
за спеціальністю 051 Економіка

**на тему «Оцінка ефективності проекту будівництва на основі
взаємозв'язку його характеристик та показників бюджету»**

Здобувач



Дмитро УСАТИЙ

Запоріжжя, 2024

Кваліфікаційною магістерською роботою є рукопис.
Робота виконана у Технічному університеті «МЕТІНВЕСТ
ПОЛІТЕХНІКА» на кафедрі цифрових технологій та проектно-
аналітичних рішень

Керівник:



Жерліцин Дмитро Михайлович
д.е.н., професор, професора
кафедри цифрових технологій та
проектно-аналітичних рішень

Захист відбудеться 22 січня 2024 р. о 09:00 год на засіданні
екзаменаційної комісії ([----посилання на захист роботи---](#)).

Електронна версія автореферату розміщена в Інституційному
репозиторії ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ
ПОЛІТЕХНІКА» 19 січня 2024 р.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Актуальність теми роботи. Вивчення та накопичення знань є основою розвитку у будь-якому процесі. Вивченні знання стають надбанням компанії і при правильному використанні можуть бути одним з найдорожчих активів. Наприклад компанія DuPont de Nemours, McKinsey & Company, Hatch. Це мастодонти бізнесу та консалтингу, але як і багато інших ці компанії проходили майже стандартний шлях від зародження до стабільності.

При реалізації портфелю проектів вивчення та накопичення знань є ключовим процесом. Це єдиний спосіб підвищувати якість проекту та економити бюджет проекту. Оцінка проекту, точність бюджету, витрати часу команди на його формування, витрати часу на перевірки – це процеси на яких можна економити. Наприклад бюджет будівельної частини проекту це в середньому за різними галузями виробництва майже 40% бюджету проекту. Оцінка вартості такої частини неймовірно складний та тривалий процес. Для поліпшення процесу необхідне створення математичного алгоритму чи процесу який автоматизує виконання бюджетів. Таким чином, результатом повинна стати така «розумна» модель, що за декільком параметрам буде визначати вартість цеху, допоміжних систем обладнання та інше.

В результаті вивчення досвіду розробки моделей передбачення вартості будівель та споруд, досліджень в сфері будівництва цін на нерухомість визначено, що більшість розробників використовує схожі похідні параметри для створення моделі лінійної регресії чи інших методів. Серед більших це геометричні показники, площа підлог, тип фундаментів, тип каркасів. У моделях поєднано категорійні та числові показники. Усі перелічені показники є вагомими при розрахунках як на міцність і стійкість за ДБН В.1.2-14:2018, так й при формуванні моделі лінійної регресії.

Однак проблематика такого підходу залишається незмінною – похідний набір даних. Так наприклад середня кількість змінних у моделі є у проміжку 20-25 чинників. Для кожної змінної необхідно не менше 30 спостережень. Таким чином потрібна вибірка близько з 400-500 будівель одного призначення.

Інша проблема яка є загальною – визначення змін складових вартості будови чи споруди. Вартість будівлі визначається за: ринкова вартість на роботи; ринкова вартість на матеріали; маржа виконавців; ризики виконавців; відсоток скидки; курс валют

Остання вагома на проблема це унікальність будов та споруд у різних сферах будівництва. Поділення за «чинником Ланга», «методом Ханда», ААСЕ на тип обладнання, за галузями – це все спроби поділити унікальні об'єкти на групи за якими можливо виконувати передбачення.

Таким чином вихідну вибірку даних потрібно утворювати тільки в межах одного типу підприємства однієї галузі, за можливості в одному регіоні.

Постановка проблеми. Схожі дослідження виконувались для вирішення багатьох проблем – визначення вартості житла, передбачення вартості житла у короткостроковій та довгостроковій перспективі й інше. Але проблематика схожа у всіх дослідженнях – це відсутність достатньої кількості досліджень та унікальність проектів.

Проблему з достатньою кількістю спостережень можливо вирішити через тривале накопичення, закупівлю даних у сторонніх організацій або адаптацію проектів минулих років. Хоча останній метод й найпростіший є декілька проблем з оновленням вартості будівель.

Унікальність проектів – це проблема вирішення якої знайдено не було. Так наприклад у нормативній базі ААСЕ це частково вирішено через розподілення об'єктів за сферою використання. Так наприклад існує різні підходи для оцінки вартості будівель для гірничозбагачувальної галузі, хімічної чи металообробної.

Мета дослідження - виявлення можливостей економії коштів проекту будівництва на основі підвищення ефективності оцінки та прогнозування його характеристик та показників бюджету на ранніх фазах проектування.

Завдання дослідження:

- провести огляд методологічного підходу та кращих практик управління проектами будівництва та оцінки його ефективності;
- побудувати модель в нотації BPMN для визначення вузьких місць та встановлення можливостей покращення поточного стану бізнес-процесу розробки проекту будівництва;
- сформулювати вдосконалену модель бізнес-процесу визначення показників проекту будівництва на ранніх фазах формування його бюджету;
- розробити та апробувати комплекс моделей оцінки вартості проекту будівництва на основі його характеристик та показників бюджету
- визначити економічний ефект від впровадження розроблених методів визначення бюджетів у структуру підприємств

Об'єкт дослідження: бізнес-процес оцінки ефективності проекту будівництва на основі взаємозв'язку його характеристик та показників бюджету.

Предмет дослідження: механізми, моделі та методи бізнес-процесу оцінки ефективності проекту будівництва на основі взаємозв'язку його характеристик та показників бюджету.

Методи дослідження. Для виконання досліджень було обрано математичний, економічний та організаційно економічний.

Математичний метод було використано для створення регресійної моделі передбачення вартості. Метод економічного аналізу було використано для визначення вартості та вирішення проблем з оновленням вартостей будівель та процесів що складають її. Організаційний метод дозволив виконати оцінку коректності побудови бізнес процесів та засоби з їх удосконалення

Результати та обґрунтування їх новизни / інноваційності.
Новизна отриманих результатів полягає у розробці пропозиції щодо вдосконалення бізнес-процесу оцінки ефективності проекту будівництва на основі взаємозв'язку його характеристик та показників бюджету для підвищення операційної ефективності підприємства.

Основні напрями, які відображають новизну дослідження, полягають у наступному:

дістало подальшого розвитку:

- модель бізнес-процесу розробки проекту будівництва, що розроблена на основі аналізу існуючих бізнес процесів в нотації BPMN, та дозволяє визначити вузькі місця та встановити можливості покращення поточного стану системи управління;
- методика оцінки вартості проекту будівництва на основі його характеристик та показників бюджету, що заснована на застосування комплексу моделей лінійної регресії та штучних нейронних мереж, та дозволяє досягти мінімальної помилки прогнозних оцінок та зменшення витрат на прогнозування.

Структура та обсяг роботи. Робота складається зі вступу, трьох розділів основної частини, висновків, списку використаної літератури та включає в себе 66 сторінок основного тексту, 16 таблиць, 49 рисунків, 6 додатків, 27 літературних джерел.

ОСНОВНА ЧАСТИНА КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

За твердженням Іцхака Адізеса кожна компанія проходить 9 кроків розвитку від «зародження» до «смерті»

Накопичення знань та досвіду відбувається на всіх етапах до «Стабільності». Компанія постійно зростає – додається персонал, офіси філіали та інше. Без налаштованої системи управління досвідом та вже набутими знаннями є вірогідність що на кожному окремому етапі кожна команда чи регіональний офіс чи відділення будуть припускатися однакових помилок та вчитися на них. Це очевидно призведе до уповільнення зросту, вимагатиме більше часу на навчання нових співробітників.

Існує багато сучасних методик вивчення та накопичення знань – робота над помилками, ризик менеджмент та інше. Вони доступні в мережі інтернет, є багато семінарів, є лекції, книги. Але всі ці методики здебільшого по управлінню запасами, виробництвом, попитом. Методики ж з накопичення технічних знань та досвіду

вважаються промисловою таємницею та не розповсюджуються. Так наприклад одна з найбільших інжинірингових компаній John Wood Group при розробці проектів базового чи детального інжинірингу надасть замовнику найкращі технічні рішення базуючись на величезному світовому досвіді, але ніколи не розкриє таємницю розрахунків та оцінки будівельної придатності тих чи інших рішень. Це прямо впливає на вартість послуг. Наприклад якщо порівняти вартість пакету робіт проектного інституту який базується на розрахунках та методиках оцінки що базуються на нормативних документах держави в якій виконується проект то вартість проектних розробок Wood є в майже 90 разів більша на ринку України та в 10-15 разів на світовому ринку. Якщо говорити про DuPont то вартість послуг ще вище. Таким чином існує прямий зв'язок між досвідом та вартістю послуг.

При сучасних технологіях чи програмних комплексах можна віднайти залежність майже будь якого рівня складності. Накопичення знань дуже тривалий та складний процес і тому його потрібно починати розуміючи фінальний вигляд архіву, аналітичної моделі та інше. Для аналітики вартості промислових будівель необхідно створити форму архіву яка задовільнить вимоги програм у яких буде побудовано модель. Необхідно створити статуті, посадові інструкції для фахівців, відділ, систему комунікації.

Система вивчення та накопичення знань є найкращою світовою практикою яка використовується багатьма всесвітньо відомими компаніями. Як правило система унікальна та суворо захищена авторським правом. Таким чином перейняти досвід декількох систем без порушення законодавства просто неможливо, а купівля таких розробок як правило недоступна.

З огляду на існуючі методики прогнозування вартості будівельних проектів можна сказати що питання вивчено на достатньому рівні. Прогнозування вартості будівель виконується за декількома методами без використання баз даних та системи вивчення накопичених знань. Серед інших методи бенчмарків, методи аналогів, експертної оцінки та інших. Всі вони мають спільну будову процесу та відносно низьку ефективність, адже вимагають значної кількості праці спеціалістів та не можуть виключити «людський» фактор при виконанні бюджету.

Методи на основі бази даних прецедентів показує найбільш точніші значення передбачення при найменшому використанні людської праці та найменшою похибкою. За будь-якого методу основною проблемою є оновлення моделі за вартістю прецедентів та унікальність об'єктів будівництва. CBR метод показав свою ефективність але вимагає значної кількості даних для створення робочої моделі. Але він є застарілим та базується лише на виборці найбільш підходящого аналогу. Таким чином метод має значні

обмеження в його використанні. Його може бути застосовано при виконанні оцінки вартості лише подібних до наявних прецедентів будов. Таким чином можна зробити висновок що розглянута система підходить або для сектору громадських будов або для унікальних промислових об'єктів, але через кількість даних що необхідно для його нормального функціонування метод є майже недосяжним для промислового сектора будівництва.

Метод регресійного аналізу саме для промислових об'єктів може бути використано для передбачення вартості будівель. Всі будови та споруди проектується за однаковими принципами забезпечення міцності та стійкості. У основі підбору перетину кожного окремого конструктива будови, є то балка чи колона, лежать одні й ті ж самі принципи фізики, супротиву матеріалів чи будівельної механіки. Саме тому обсяги робіт по споруді мають таку просту логарифмічну залежність. Використовуючи прості математичні методи як то метод регресійного аналізу, чи методи що лежать у основі нейронних мереж можна досягти більшої точності в передбаченнях за допомогою менших по кількості спостережень базами даних.

Компанії що спеціалізуються на реалізації інвестиційних проектів так чи інакше використовують однакові підходи для розрахунку бюджетів. На конкретному прикладі МСС та АГМК видно що у обох випадках створюються проектні команди та призначаються керівники проектів. Здебільшого це відбувається через те що обидві компанії використовують кращі світові практики по реалізації проектів що описані в профільній літературі, наприклад РМВОК чи методологія для розрахунків бюджетів ААСЕ. Ключовими відмінностями є різний підхід до управління командами та проектами. Здебільшого це можна пояснити тим що МСС спеціалізуються на тривалих інвестиційних програмах та мають більший портфель проектів ніж у АГМК. Підхід МСС – це системний підхід розрахований на тривалий термін. У АГМК портфель проектів визначено та обмежено. Команди проектів здебільшого специфічні та мають більш вузьку спеціалізацію. Вони збираються конкретно під проект та будуть оптимізовані після його завершення. Але не залежно від підходу управління чи терміну реалізації проектів відсутність системи вивчення та накопичення знань впливає на термін реалізації як окремих задач так і проекту загалом.

Проблема може бути вирішена через додавання до структури підприємства відділу який буде виконувати роль аналітиків вже накопичених знань. Аналітичний відділ може виконувати роль збирання та обробки знань. Як приклад це може бути вивчення помилок при будівництві чи контрактації, звітів технагляду чи вивчення вартості проектів. Останнє є найбільш важливою економічно та стратегічною функцією. Працівники відділу можуть

мати різну кваліфікацію чи напрям діяльності залежно від призначення.

Якщо розглядати відділ як джерело поліпшень якості бюджетних проробок то заздалегідь його розвиток чи оптимізацію має бути досліджено до його створення. Спираючись на напрямок діяльності та організаційну структуру МСС можна зробити висновок що за умов функції виконання бюджетів відділ має бути оптимізовано у декілька етапів, а його життєвий цикл складатиме близько 5 років. За умов виходу компанії МСС або АГМК на світовий ринок як інжинірингової компанії створення АВ є необхідністю.

Одним з варіантів вирішення проблеми з використанням аналогів промислових будівель що були побудовані більше ніж 50 років тому може стати актуалізація цін за одиничними розцінками. За допомогою наявних функцій відділів постачання чи державного реєстру цін з використанням сучасних методів ведення та аналітики баз даних можна створити необхідну базу даних де оновлення цін може реалізовуватись автоматично та без шкоди чи перевантаження моделі в цілому. Таким засобом може бути Power BI, а бази даних можливо організувати в MS Excel. Для поліпшення робочих процесів з ведення бази та одночасної роботи файли баз можна розмістити в хмарному сховищі з паралельним доступом до них. Таким чином буде забезпечено автоматичну та паралельну роботу декількох спеціалістів одночасно.

Математичну модель можливо побудувати за допомогою методів лінійної регресії та з використанням нейронних мереж. Регресійні моделі мають максимальне відхилення 48% відсотків, а вірогідність настання менше 0.1%. Стандартна похибка регресійної моделі становить близько 8%. Моделі на основі нейронних мереж мають максимальне відхилення 12% а вірогідність їх появи становить близько 3%. Середня похибка становить близько 4 %. Таким чином можна зробити висновок що обидва підходи можуть бути реалізовані. Основною проблемою у розглянутій моделі є її невеликий обсяг – 300 спостережень при 10 змінних. Така кількість є мінімальною. При наповненні моделі даними похибка буде зменшуватись. Перелік атрибутів (регресорів) моделі є також мінімальним. У подальшій розробці моделі варто збільшити їх кількість додавши дані про площину підлог, кількість поверхів, тип заповнення огорожувальних конструкцій та інші. Всі ці заходи підвищать точність передбачування вартості будівель моделлю.

Розглянуто економічну доцільність використання моделей у бізнес процесах підприємств. За розрахунками у кваліфікаційній роботі можна зробити висновок що доцільність використання моделі та АВ починається при 4-х проектах що реалізуються компанією одночасно. В такому випадку економія складе 407 тис. доларів США

на рік. За умови виконання рекомендацій з оптимізації відділу через 5 років економія сягатиме 2,5 млн. доларів США. Але винаймати та вводити в штат відділ який за 5 років майже повністю оптимізується не є ефективним та етичним. Доцільніше для розробки та ставлення процесів найняти інжинірингову або ІТ компанію для реалізації цієї мети окремим інвестиційним проектом. Як наведено у кваліфікаційній роботі вартість цього проекту сягає 2,3 млн. доларів США за 2 роки. Після реалізації проекту компанія отримає робочу модель та може виконувати розрахунки чисельністю спеціалістів порівняно з оптимізацією АВ на 5-ому році життєвого циклу. Таким чином витрати на проект компанія відшкодує скоріше ніж за рік.

ВИСНОВКИ

Процес складання бюджету доволі складний та довгий. Сьогодні запропоновано декілька підходів до розрахування бюджетів ранніх фаз. Найточнішим методом є складання бюджету за кресленнями. Але зрілість документації на 2-ій фазі цю можливість виключає. Серед представлених популярних методів що довели свою ефективність за умов відсутності документації є оцінка за аналогами. Але виконувати таку роботу за допомогою людської праці довго, а прогнозування помилок не можливе.

Компанії що були розглянуті у кваліфікаційній роботі активно реалізують великі інвестиційні проекти. Бюджети на різних фазах рахують переважно саме за методом аналогів. Проаналізувавши бізнес процеси створення бюджету було відмічена що незважаючи на різні підходи у управлінні компаніями, різні портфелі проектів та стратегічні цілі вони мають одну й ту саму проблему – пошук необхідних аналогів. Було визначено що причиною цього є відсутність системи вивчення та накопичення знань.

Задля вирішення цієї проблеми було запропоновано введення у структуру Аналітичного відділу. Відділ має основну функцію – аналітика отриманих знань компанії. Спектр цієї функції досить широкий – від вивчення помилок до створення бази реалізованих проектів з метою їх подальшого вивчення.

У кваліфікаційній роботі було створено математичну модель, яка здатна передбачити вартість будови за певними ознаками. Так наприклад знаючи геометричні параметри будови відділ має передбачити вартість з точністю до 90%. Для реалізації цих цілей було побудовано дві математичні моделі за різними принципами роботи – лінійна регресія та нейронна мережа. Обидві моделі показали прийнятний результат похибок у 4 та 8%. Цей показник є попереднім та може бути вдосконаленим за допомогою наповнення бази більшою кількістю спостережень, адже розрахунки проводились на мінімально допустимій кількості спостережень. Таким чином було

теоретично доведено що є можливість створення моделі за допомогою математичних методів передбачити вартість будови не виконуючі складних креслень та розрахунків на міцність та стійкість.

Економічна доцільність використання моделі була доведена за допомогою розрахунків вартості заробітної плати фахівців. За умови реалізації одночасно не менше ніж 4 проектів введення Аналітичного відділу у структуру компанії є цілком доцільним. Економія на заробітній платі сягає 400 тисяч доларів США. Якщо відмовитись від концепцію відділу та переслідувати мету лише поліпшення розрахунків бюджетів доцільніше розроблення моделі доручити спеціальній проектній команді яка створить модель, базу даних та імплементує результати у структуру компанії. В такому випадку при терміні реалізації проекту протягом двох років компанія може заощадити близько 2,5 млн. доларів США на заробітній платі на рік. А окупність витрат за проектом реалізується за 1 рік. Таким чином проект можна вважати таким, що купується швидко.

Концепція вивчення знань та використання їх для поліпшення процесів компанії необхідність сьогодення. Зважаючи на темпи розвитку нейронних мереж та моделей штучного інтелекту використання «ручної» праці у процесах розрахунку бюджетів у майбутні 5-7 років буде зведено до мінімумам. Таким чином впровадження системи автоматичних розрахунків є цілковитою необхідністю.

ПЕРЕЛІК ПУБЛІКАЦІЙ ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

D.O. Usatyi. ENHANCING THE EFFICIENCY OF ENTERPRISE TRANSPORT SERVICE PROCESSES BY USING INTERACTIVE DASHBOARDS // International scientific conference “MININGMETALTECH 2023 – The mining and metals sector: integration of business, technology and education” : conference proceedings (November 29–30, 2023. Riga, the Republic of Latvia). Riga, Latvia : “Baltija Publishing”, 2023. Vol. 2, 2023. [Електронне видання]. С.331-334
URL:

<http://www.baltijapublishing.lv/omp/index.php/bp/catalog/view/385/10614/22147-1>

АНОТАЦІЯ

Усатий Дмитро Олексійович. Економічне обґрунтування заходів щодо забезпечення операційної ефективності оцінки ефективності проекту будівництва на основі взаємозв'язку його характеристик та показників бюджету - Кваліфікаційна праця на правах рукопису.

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня магістра за спеціальністю 051 Економіка. ОПП «Бізнес-процеси та операційна ефективність» – ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА», Запоріжжя, 2024

Як показує практика реалізації проектів, рішення що прийняті на ранніх стадіях проекту мають значуще значення для проекту під час завершення. Визначення бюджету проекту на ранніх стадіях є найважливішою частиною з розробленої документації, саме спираючись на бюджет та його точність. Рішення щодо фізичної реалізації проекту приймаються з огляду на вартість ще до початку точного проектування та вивчення всіх його частин. Існуючі методи, що достатньо широко використовуються для визначення вартості на ранніх фазах в компанії Метінвест чи інших, мають значні похибки які в свою чергу напряду залежать від спеціаліста що саме ці методи використовує. Для вирішення проблеми залежності між ризиком, точністю метода та кваліфікацією спеціаліста було побудовано модель множинного регресійного аналізу та обрано найбільш значущі показники будов для визначення вартості. Також було визначено модель архіву та відділу який має займатися визначенням вартості будівель та споруд. Було теоретично доведено необхідність включення у структуру типового підприємства, органу що займатиметься вивченням та накопиченням знань – Аналітичний відділ чи окремих спеціаліст. У сукупності весь процес дозволяє передбачити вартість будівельної частини проекту з точністю 80%, а за умов наповнення бази даних достатньою кількістю спостережень гранична точність моделі знаходиться у межах 90%. Запропонована модель може генерувати результати ймовірного прогнозування, що враховують невизначеність інформації, доступної на ранніх стадіях проекту.

Ключові слова: РАННІ ФАЗИ ПРОЕКТУ, РЕГРЕСІЙНИЙ АНАЛІЗ, ВАРТІСТЬ БУДІВЕЛЬНОЇ ЧАСТИНИ ПРОЕКТУ, ШТУЧНІ НЕЙРОННІ МЕРЕЖІ

ABSTRACT

Usatyi Dmytro. Evaluation of the effectiveness of a construction project based on the relationship between its characteristics and budget indicators - the qualification work as the manuscript.

Qualification work for a Master's degree in Economics, specialty 051 Economics, Educational Programme "Business Processes and Operational Efficiency". TECHNICAL UNIVERSITY "METINVEST POLYTECHNICS", LLC, Zaporizhzhia, 2024.

As the practice of project implementation shows, the decisions made at the early stages significantly impact the project at the time of completion. Determining the project budget in the early stages is the most

essential part of the developed documentation, precisely based on the budget and its accuracy. Decisions regarding the physical implementation of the project are made given the cost even before the precise design and study of all its parts. The existing methods widely used to determine the value in the early phases in the company Metinvest or others have significant errors, which in turn directly depend on the specialist who uses these methods. To solve the problem of dependence between risk, accuracy of the method and qualification, a model of multiple regression analysis was built, and the most significant indicators of the structures were selected to determine the cost. The model of the archive and the department that should deal with determining the value of buildings and structures were also determined. The need to include a body that will study and accumulate knowledge in the structure of a typical enterprise - an Analytical Department or a separate specialist- was theoretically proven. In total, the whole process allows predicting the cost of the construction part of the project with an accuracy of 80%. Under the conditions of filling the database with enough observations, the maximum accuracy of the model is within 90% accuracy. The proposed model can generate probabilistic forecasting results that consider the uncertainty of the information available in the early stages of the project.

Keywords: EARLY PHASES OF THE PROJECT, REGRESSION ANALYSIS, COST OF THE CONSTRUCTION PART OF THE PROJECT, ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS