

## ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ФОРМУВАННЯ КОМПЛЕКСНОЇ ОЦІНКИ РІВНЯ СФОРМОВАНOSTI ОБЛАСТЕЙ ЗНАНЬ З УПРАВЛІННЯ ПРОЄКТАМИ НА ПІДПРИЄМСТВІ

ІННА ЧАЙКОВСЬКА

Хмельницький університет управління та права імені Леоніда Юзькова

<https://orcid.org/0000-0001-7482-1010>

e-mail: [inna.chaikovska@gmail.com](mailto:inna.chaikovska@gmail.com)

У статті розроблена економіко-математична модель для визначення комплексної оцінки рівня сформованості областей знань з управління проектами на підприємстві. Згідно РМВОК враховані наступні області знань з управління проектами: управління інтеграцією, вмістом, термінами, вартістю, якістю, ресурсами, комунікаціями, ризиками, закупівлями, зацікавленими сторонами проекту. Отримана комплексна оцінка дозволяє визначити рівень зрілості підприємства з управління проектами. У запропонованій моделі використано теорію нечітких множин та експертний метод безпосередньої оцінки. Модель складається з наступних етапів: відображення системи, яка досліджується, у вигляді багаторівневої ієрархічної моделі; визначення вагомості складових моделі на кожному рівні ієрархії; визначення рівня прояву складових нижнього рівня ієрархії; визначення рівня прояву складових верхнього рівня ієрархії; визначення комплексної оцінки рівня сформованості областей знань управління проектами підприємства; визначення рівня зрілості підприємства з управління проектами. Для визначення рівня прояву складових нижнього рівня ієрархії в якості функції належності використана шкала Харрінгтона. Для визначення зрілості підприємства з управління проектами використана гаусова функція належності. В результаті встановлено, що для МКП «Хмельницьктеплокомуненерго» комплексна оцінка рівня сформованості областей знань у 2020 році становить 5,90 бали (з 10 максимальних балів), для КП «Південно-Західні тепломережі» - 5,69 бали, для МКП «Хмельницькводоканал» - 5,46. Найменш сформованими областями знань є управління термінами, ресурсами та ризиками проекту. Підприємства знаходяться між рівнем зрілості «середній» та «вище середнього» з управління проектами.

Ключові слова: область знань, управління проектами, комплексна оцінка, економіко-математична модель.

DOI: 10.31891/mdes/2022-3-12

### ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ У ЗАГАЛЬНОМУ ВИГЛЯДІ ТА ЇЇ ЗВ'ЯЗОК ІЗ ВАЖЛИВИМИ НАУКОВИМИ ЧИ ПРАКТИЧНИМИ ЗАВДАННЯМИ

При побудові системи управління знаннями проектно-орієнтованого підприємства слід враховувати як підсистему управління знаннями операційної діяльності, так і підсистему управління знаннями проектною діяльністю підприємства [1]. Управління знаннями проектною діяльністю включає три складових: управління знаннями проекту, управління знаннями між проектами та управління знаннями про управління проектами. Саме ці складові визначають ймовірність успішної реалізації кожного проекту на підприємстві. Тому досить актуальним є визначення комплексної оцінки рівня сформованості областей знань з управління проектами та рівня зрілості підприємства з управління проектами з метою виявлення проблемних місць та для ефективного управління знаннями про управління проектами. До областей знань з управління проектами (згідно РМВОК) відносяться управління інтеграцією, вмістом, термінами, вартістю, якістю, ресурсами, комунікаціями, ризиками, закупівлями, зацікавленими сторонами проекту. У даному дослідженні запропонована модель комплексного оцінювання рівня сформованості областей знань з управління проектами на підприємстві із використанням теорії нечітких множин та експертного методу безпосередньої оцінки з метою агрегування окремих складових в один інтегральний показник. Оскільки вихідна інформація складових показників має якісний характер (анкетне опитування експертів) та є різнотипною, тому доцільним є використання теорії нечітких множин, котра дозволяє переводити значення показників, які виміряні у різних шкалах, у безрозмірні величини (значення функцій належності) та працювати з нечіткими числами. Застосування експертного методу безпосередньої оцінки дозволяє врахувати різну вагомість у комплексній оцінці складових елементів.

### АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

У дослідженні [2] автори здійснюють оцінку застосування РМВОК® Guide (посібник із знань з управління проектами), а також визначають фактори, що впливають на застосування цього посібника в будівельних проектах в Ємені. Для досягнення цілей дослідження була розроблена анкета як основний інструмент дослідження для збору первинних даних. Результати цього дослідження показали, що посібник РМВОК® у будівельних проектах в Ємені застосовувався частково, а також Closing Process Group і Project Quality Management займають найвищий рейтинг

із груп процесів та областей знань відповідно. Найважливішою змінною вважається кваліфікація. У дослідженні було рекомендовано, щоб керівництво будівництва та керівники проєктів у Ємені ознайомилися з посібником РМВОК® та як його можна було б застосувати у своїх будівельних проєктах.

У дослідженні [3] було проведено аналіз чотирьох проєктів CRH в Таїланді. Дослідження дозволило глибоко зрозуміти рівень знань з управління проєктами та їх впровадження, які використовуються в рамках проєктів CRH, а також внесок управління проєктом у довгострокові та стійкі результати. РМВОК®Guide був використаний як еталон для дослідження через його систематичні процеси управління проєктами та високе світове визнання в практиці управління проєктами. Було вивчено плани проєктів CRH та проведено анкетне опитування для отримання відповідної інформації щодо проєктів CRH. Результати показали, що знання з управління проєктами, використані в досліджених проєктах CRH, не узгоджувалися з практикою, заснованою на посібнику РМВОК®. Обмежене використання знань з управління проєктами в деяких областях, схоже, вплинуло на реалізацію проєкту CRH. Таким чином, передбачається, що покращені знання з управління проєктами можуть сприяти покращенню реалізації проєктів і покращити стійкі результати в проєктах CRH. Крім того, визначення пріоритетів РМКА підкреслило важливість різних галузей знань для стійких результатів. Обсяг, інтеграція та управління якістю були найбільш вагомими РМКА; проте всі перераховані РМКА досягли певного визнання на шляху досягнення стійких результатів. Цікавими були також різні визначення сталого результату. Це дослідження висвітлює недоліки знань з управління проєктами та впровадження проєктів CRH в Таїланді. Встановлено, що ефективне використання знань з управління проєктами може відігравати важливу роль у досягненні стійких результатів CRH. Проведене дослідження привело до висновків, які можуть сприяти розробці майбутніх проєктів CRH в Таїланді та інших країнах, що розвиваються з надією, що вони зможуть досягти довгострокової вигоди. Необхідним є додаткове дослідження взаємозв'язку між РМКА та постійними результатами, щоб розширити перспективу.

У роботі [4] зазначено, що на даний момент не існує загальновизнаних стандартів для виявлення проблем і прогалин у знаннях у застосуванні галузей знань управління проєктами на будь-якій стадії управління проєктами. Важливо виявити прогалини в знаннях у процесі управління проєктами, тому метою цієї статті є огляд проблем і прогалин у знаннях у застосуванні галузей знань управління проєктами для стимулювання моделі системи підтримки прийняття рішень та визначення цих проблем та прогалин в знаннях. Результати дослідження також повинні стати основою для пропозиції дослідницького проєкту. Це дослідження є дослідницьким, тому результати є лише пропозиціями тому необхідним є емпіричне дослідження.

У роботі [5] встановлено, що все більша кількість організацій діє через проєкти для досягнення своїх стратегічних цілей. У роботі проаналізовано ступінь поширення практики управління проєктами та їх внесок у успіх проєктів. Опитування, проведене серед португальських керівників проєктів, має на меті визначити, наскільки різні галузі знань та відповідні практики управління проєктами реалізовані та пов'язані з успіхом проєктів. Досягнуті результати підкреслюють, що практики, пов'язані з управлінням витратами, часом та обсягами, є найбільш добре закріпленими. Крім того, дослідження показало, що інші галузі знань також впливають на успіх проєктів (інтеграція, закупівлі, людські ресурси та управління зацікавленими сторонами). Крім того, керівники проєкту вказали на інші, менш доступні критерії успіху проєкту, наприклад, кінцеві клієнти та задоволеність проєктної команди або виконання організаційних цілей. Використання багатовимірного аналітичного підходу до управління проєктами робить важливий внесок у аналіз практик і факторів, які найбільше сприяли успіху проєкту.

У роботі [6] досліджувалися необхідні знання для компетентного та ефективного керівника будівельних проєктів у Південній Африці. Встановлено, що знання, які очікуються від керівників проєктів, можна згрупувати в технічні знання (будівельна наука, фінанси та витрати, процеси будівництва та процеси проєктування в межах побудованого середовища), а також знання через досвід галузі та теорію знань з управління проєктами (загальні області управління проєктами включають управління інтеграцією, управління обсягом, управління часом, управління витратами, управління якістю, управління людськими ресурсами, управління зв'язком, управління ризиками та управління закупівлями; чотири сфери управління проєктами, що стосуються будівництва, включають управління безпекою, екологічний менеджмент, управління претензіями та фінансове управління). Це дослідження не розглядає модель як повний засіб досягнення мети. Потрібні подальші дослідження, щоб розробити інструмент для вимірювання рівня знань окремої особи або групи, щоб покращити їхні набори знань з управління будівельними проєктами.

У роботі [7] відзначається, що Інститут управління проектами (США) розподіляє знання з управління проектами в десяти взаємопов'язаних областях. Повнота або неповнота кількості цих областей знань з управління проектами (РМКА) може бути дискусійною, проте важливість цих областей знань для успіху проекту є загальновідомою. У поточному дослідженні проект розглядається як сіра система і має на меті оцінити сфери знань з управління проектами (РМКА) у виробничій і обслуговуючій промисловості, встановивши зв'язки між десятьма РМКА. Дані були зібрані від тридцяти двох спеціалістів з управління проектами в Лахоре, Пакистан. Дослідження відображає, що складність, ризик, невизначеність і непередбачуваність є ключовими атрибутами, пов'язаними з проектом, проектним середовищем і процесом управління проектом. Результати показують, що управління якістю проекту - найважливіша область знань, найбільш сильно пов'язана з управлінням комунікаціями проекту, і найменш сильно пов'язана з управлінням інтеграцією проектів. У обробній промисловості області знань, пов'язані з якістю, часом і обсягом, виявилися найважливішими РМКА, а в секторі послуг найбільш важливими вважаються галузі знань, пов'язані з вартістю, якістю та зв'язком.

У роботі [8] досліджено вплив галузей знань про управління проектами на якість проєктів, які реалізуються палестинськими неурядовими організаціями (PNGO), що діють в секторі Газа. У дослідженні використано описовий та аналітичний підхід та використано анкету як інструмент збору даних. Дані були проаналізовані за допомогою відповідних статистичних інструментів та за допомогою параметричних тестів. Дослідження показало, що PNGO впроваджують свої проєкти із використанням галузей знань про управління проектами. Результати свідчать, що всі області знань (інтеграція, обсяг, час, вартість, якість, HR, ризик, закупівлі та комунікація) позитивно корелювали з якістю проекту. Проте чотири області знань мають найвагоміший позитивний вплив на якість проекту, а саме: управління закупівлями, управління персоналом, управління інтеграцією та управління ризиками відповідно. У роботі рекомендовано докласти додаткових зусиль як для управління ризиками, так і для управління часом реалізованих проєктів.

У роботі [9] досліджено вплив впровадження сфер знань з управління проектами на якість державних проєктів у Палестині, зокрема інфраструктурних проєктів, які виконуються та керуються Міністерством громадських робіт та житлового будівництва. У дослідженні було зроблено висновок, що сфери знань з управління проектами, а саме вартість, комунікації, ресурси та закупівлі, мають сильний позитивний вплив на якість громадських проєктів у Палестині, де управління комунікаціями проекту мало найбільший вплив, за ним слідує управління ресурсами проекту, за яким слідує управління витратами та управління проектними закупівлями мали найменший вплив. Дослідження рекомендувало створити вищу комісію в уряді Палестини, що відповідає за забезпечення якості публічних проєктів і контроль якості, добре відомі області знань з управління проектами повинні бути прийняті в усіх державних проєктах, а управління проектами та команди проекту повинні мати більше ознайомлення з міжнародною стандартною практикою в секторі державних проєктів.

У дослідженні [10] відзначено, що будівельна промисловість Єгипту страждає від поганого управління, що спричиняє втрату часу, витрат і матеріалів. Для покращення процесу управління проектами та вирішення проблем, які відповідають очікуванням зацікавлених сторін, було розроблено багато методів та інструментів. У Єгипті технологія ВІМ була б ефективною в управлінні проектами на будь-якій стадії життєвого циклу проекту, якщо процеси будівництва були б пов'язані з концепціями ВІМ. Цілями цього дослідження є: дослідити фактичний стан застосування областей знань з управління проектами в секторі будівельної індустрії в Єгипті, дослідити реальний вплив використання ВІМ-технології як інструменту для покращення застосування областей знань з управління проектами, а також дослідити реальні переваги, отримані від впровадження додатків ВІМ в управлінні проектами. Для досягнення цілей дослідження дослідник використовував описовий, аналітичний та кількісний підхід для висновків. Це дослідження було застосовано в Єгипті та обмежувалося тими, хто має досвід використання додатків ВІМ в управлінні проектами, будь то підготовка креслень, деталей, оцінка кількості, управління витратами, управління, вилучення графіків тощо. Визначено багато переваг, таких як централізоване керування даними та потоком інформації, покращення контролю за витратами, підтримка графіка будівництва, описова інформація та робота із зацікавленими сторонами з різним досвідом.

Дослідження [11] встановило, що у сучасному управлінні будівництвом погана ефективність проекту, перевитрати та низька якість будівництва стали центральним пунктом уваги для покращення ефективності проекту, включаючи управління інформацією, взаємодією та

зв'язком. Віртуальне проєктування та інформаційне моделювання будівлі відіграють незамінну роль у покращенні ефективності проєкту. Метою цього дослідження є дослідити переваги та проблеми моделювання віртуальної інформації як нового методу інформаційно-комунікаційних технологій у сферах знань з управління проєктами в будівельній галузі. Використовуючи Т-тест однієї вибірки з підходом Колмогорова-Смірнова, проаналізовані дані, зібрані з опитування структурованих анкет за участю керівників проєктів, які працюють в архітектурі, інженерії та будівництві в Тегерані, Іран. Результати з частотою відповідей 64% свідчать про те, що найважливіші переваги та проблеми використання моделювання віртуальної інформації пов'язані із сферою інтеграції, а впровадження моделювання віртуальної інформації має значний вплив на знання з управління проєктною інтеграцією в порівнянні з іншими областями знань з управління проєктами. Таким чином, інтеграцію слід вважати головним пріоритетом для будівельних компаній, які впроваджують віртуальне інформаційне моделювання у свої проєкти. Політики повинні розуміти, що ретельне управління віртуальною інформацією має важливе значення для підвищення ефективності проєктів і підвищення ефективності процесу.

### ВИДІЛЕННЯ НЕВИРШЕНИХ РАНІШЕ ЧАСТИН ЗАГАЛЬНОЇ ПРОБЛЕМИ, КОТРИМ ПРИСВЯЧУЄТЬСЯ СТАТТЯ

Незважаючи на велику кількість праць науковців у напрямку дослідження впливу областей знань з управління проєктами на успішну реалізацію проєкту, залишається актуальним питанням комплексної оцінки рівня сформованості даних областей знань на конкретному підприємстві з метою виявлення наявних прогалин.

### ФОРМУЛЮВАННЯ ЦІЛЕЙ СТАТТІ

Метою статті є розробка економіко-математичної моделі комплексної оцінки рівня сформованості областей знань з управління проєктами на підприємстві.

Для досягнення встановленої мети необхідним є вирішення наступних завдань:

- здійснити постановку задачі та розробити описову модель визначення комплексної оцінки рівня сформованості областей знань з управління проєктами на підприємстві;
- побудувати математичну модель задачі визначення комплексної оцінки рівня сформованості областей знань з управління проєктами на підприємстві;
- відобразити області знань з управління проєктами на підприємстві у вигляді багато-рівневої ієрархічної моделі;
- визначити вагомість складових моделі на кожному рівні ієрархії;
- визначити рівні прояву складових нижнього рівня ієрархії;
- визначити рівні прояву складових верхнього рівня ієрархії;
- сформулювати комплексну оцінку рівня сформованості областей знань з управління проєктами на підприємстві;
- визначити рівень зрілості підприємства з управління проєктами.

### ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ

У роботі [12] досліджувалася проєктна діяльність підприємств житлово-комунального господарства (МКП «Хмельницьктеплокомуненерго», КП «Південно-Західні тепломережі», МКП «Хмельницькводоканал»), котрі визначено як проєктно-орієнтовані підприємства. Аналіз проєктної діяльності свідчить, що досліджувані комунальні підприємства Хмельницького не у повному обсязі виконують заплановані проєкти / заходи. Це спричиняє невиконання їх Стратегічних планів розвитку та зниженню їх рівня інноваційної активності. Тому необхідно активізувати процеси управління проєктною діяльністю із відповідним формуванням областей знань з управління проєктами [12].

Для даних підприємств необхідно сформулювати комплексну оцінку рівня сформованості областей знань з управління проєктами *CaPMKA* (Comprehensive assessment of Project Management Knowledge Areas): *CaPMKA1*, *CaPMKA2*, *CaPMKA3*. *CaPMKA* містить наступні складові: управління інтеграцією проєкту (*IM*), управління вмістом проєкту (*SM*), управління термінами проєкту (*TM*), управління вартістю проєкту (*CsM*), управління якістю проєкту (*QM*), управління ресурсами проєкту (*ReM*), управління комунікаціями проєкту (*ComM*), управління ризиками проєкту (*RiM*), управління закупівлями проєкту (*PM*), управління зацікавленими сторонами проєкту (*StM*).

Математичну модель задачі визначення комплексної оцінки рівня сформованості областей знань з управління проєктами на підприємстві можна відобразити:

$$CaPMKA = f(IM, SM, TM, CsM, QM, ReM, CmM, RiM, PM, StM). \quad (1)$$

Побудова моделі складається з наступних етапів.

Етап 1. Відображення системи, яка досліджується, у вигляді багаторівневої ієрархічної моделі.

Етап 2. Визначення вагомості складових моделі на кожному рівні ієрархії.

Запропоновано використати експертний метод безпосередньої оцінки. Експерти присвоювали показникам бали за шкалою від 1 до 10 балів. За кожним показником бали додавалися і визначався середній ( $C_i$ ):

$$C_i = \frac{\sum_{i=1}^N C_{ij}}{N}, \quad (2)$$

де  $N$  – кількість опитаних експертів;

$C_{ij}$  – сума балів за кожним показником.

Даний вираз використовується для розрахунку ваг:

$$W_i = \frac{C_i}{\sum_{i=1}^m C_i}. \quad (3)$$

Етап 3. Визначення рівня прояву складових нижнього рівня ієрархії.

Для визначення рівня прояву складових нижнього рівня ієрархії необхідно кожен зі складових компонент відобразити у вигляді лінгвістичної змінної з відповідною терм-множиною. Перехід від чіткого значення змінної до нечіткого здійснюється за допомогою процедури фазифікації. У даному дослідженні в якості функції належності пропонується використання шкали Харрінгтона, оскільки емпіричними даними є оцінки експертів, даний підхід дозволить спростити процес опитування експертів. Функція Харрінгтона знаходиться в межах від 0 до 1. В областях, які близькі до 0 чи 1 її «чутливість» менша, ніж в середній зоні. Дана функція задається формулою:

$$y(z) = \exp(-\exp(-z)), \quad (4)$$

де  $z$  – кодовані значення, які представлені додатними або від'ємними цілими числами.

При фазифікації використовується алгоритм, який представлений у роботі [13]. Якщо побудована  $l$ -рівнева ієрархічна модель, семантичний простір змінних котрої складається з  $k$ -термів, тоді складові нижнього рівня ієрархічної моделі відображаються у вигляді об'єднання функцій належності відповідних термів:

$$X_{lij} = \frac{\mu_{ij}^1}{T_1} \oplus \frac{\mu_{ij}^2}{T_2} \oplus \dots \oplus \frac{\mu_{ij}^k}{T_k}, \quad (5)$$

де  $X_{lij}$  – значення  $j$ -ої складової  $i$ -ої компоненти  $l$ -го рівня ієрархії;

$k$  – номер терму.

Використовуючи нечітке відношення  $X_l \times T$ , будується нечітка складова матриця  $M(X_l)$ , рядки котрої відображають значення функцій належності відповідних термів для компонент нижнього ( $l$ -го) рівня ієрархії.

Етап 4. Визначення рівня прояву складових верхнього рівня ієрархії.

Нечітка оцінка  $i$ -ої компоненти ( $l-1$ -го) рівня ієрархії визначається за формулою:

$$X_{(l-1)ij} = W_i^T \cdot M(X_{li}), \quad (6)$$

де  $W_i$  – вектор пріоритетів (вагових коефіцієнтів);

$M(X_{li})$  – матриця значень функцій належності термів для компонентів  $i$ -ої складової ( $l-1$ -го) рівня ієрархії.

Етап 5. Комплексна оцінка рівня сформованості областей знань управління проектами підприємства

Після того, як отримана нечітка оцінка складових першого рівня ієрархії за допомогою процедури дефазифікації (метод першого максимуму), знаходиться чітка оцінка явища, котре досліджується:

$$\text{CaPMKA} = \frac{\sum_{i=1}^n C(i) \cdot M(i)}{\sum_{i=1}^k M(i)}, \quad (7)$$

де  $C(i)$  – значення «найбільш характерного» елементу нечіткої множини  $i$ -го терму;  
 $M(i)$  – значення функції належності  $i$ -го терму.

Метод першого максимуму для дефазифікації передбачає, що в якості «найбільш характерного» елементу нечіткої множини виступає перший елемент з найвищою мірою належності.

Етап 6. Визначення рівня зрілості підприємства з управління проектами  
 Запропоновано використати гаусову функцію належності:

$$\mu(u) = \exp\left(-\frac{(u-b)^2}{2c^2}\right), \quad (8)$$

$$(u) = \exp\left(-\frac{(u-b)^2}{c}\right), \quad (9)$$

де  $b$  – координата максимуму;  
 $c$  – коефіцієнт концентрації.

### Реалізація моделі для досліджуваних підприємств

Етап 1. Відображення системи, яка досліджується, у вигляді багаторівневої ієрархічної моделі

Побудова ієрархічної структури здійснювалася згідно з PMBOK (рис.1).

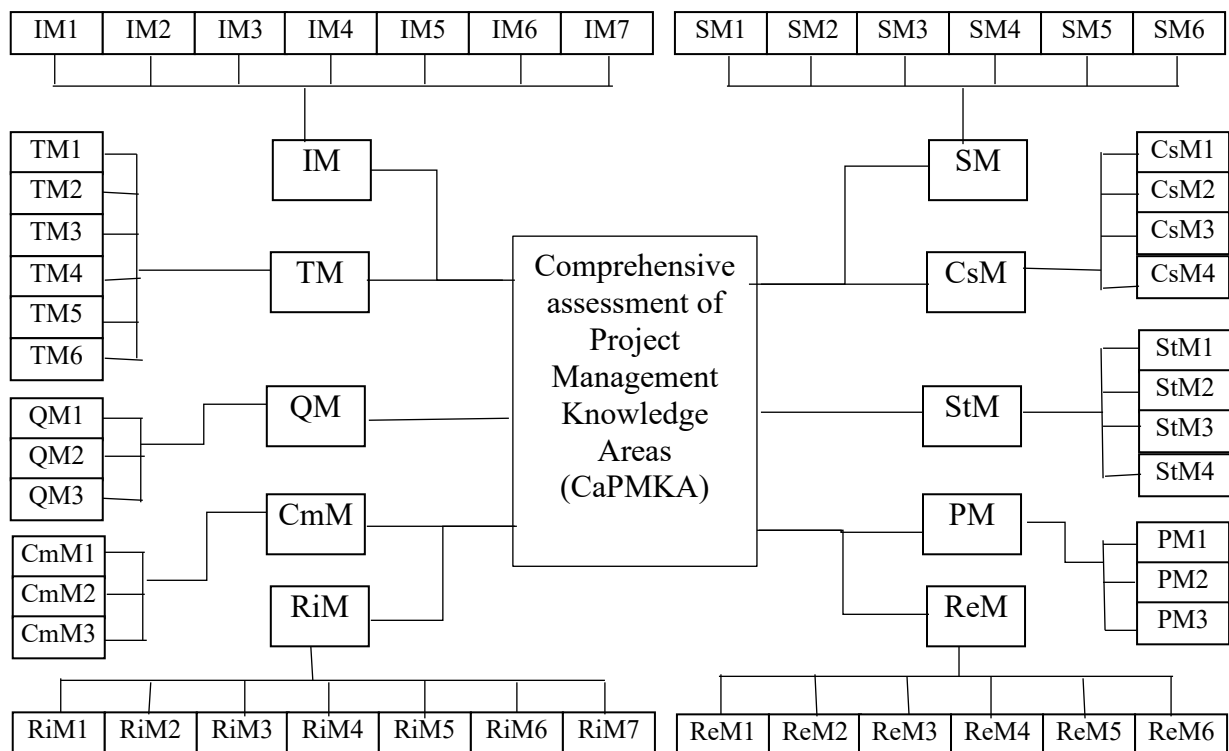


Рис.1. Дворівнева модель складових комплексної оцінки рівня сформованості областей знань з управління проектами підприємства (згідно PMBOK)

Перший рівень ієрархії складається з десяти складових: управління інтеграцією проекту ( $IM$ ), управління вмістом проекту ( $SM$ ), управління термінами проекту ( $TM$ ), управління вартістю проекту ( $CsM$ ), управління якістю проекту ( $QM$ ), управління ресурсами проекту ( $ReM$ ), управління комунікаціями проекту ( $CmM$ ), управління ризиками проекту ( $RiM$ ), управління закупівлями проекту ( $PM$ ), управління зацікавленими сторонами проекту ( $StM$ ) (формула 1).

Другий рівень ієрархії відображає структурні складові компоненти першого рівня. Так складова першого рівня ієрархії Управління інтеграцією проекту ( $IM$ ) включає: статут проекту ( $IM1$ ), план управління проектом ( $IM2$ ), управління виконанням робіт проекту ( $IM3$ ), управління

знаннями проекту ( $IM4$ ), моніторинг та контроль виконання робіт проекту ( $IM5$ ), виконання інтегрованого контролю змін ( $IM6$ ), опис процесів завершення проекту або фази проекту ( $IM7$ ):

$$IM = f(IM1, IM2, IM3, IM4, IM5, IM6, IM7). \quad (10)$$

Управління вмістом проекту ( $SM$ ) містить: план управління вмістом (масштабом) проекту ( $SM1$ ), збір вимог проекту ( $SM2$ ), визначення масштабу (охоплення) проекту ( $SM3$ ), створення WBS (ієрархічної структури робіт) ( $SM4$ ), перевірка (підтвердження) масштабу проекту ( $SM5$ ), контроль вмісту (масштабу) проекту ( $SM6$ ):

$$SM = f(SM1, SM2, SM3, SM4, SM5, SM6). \quad (11)$$

Управління термінами проекту ( $TM$ ) складається з: план управління графіком робіт ( $TM1$ ), визначення робіт проекту ( $TM2$ ), визначення послідовності робіт проекту ( $TM3$ ), оцінка тривалості робіт проекту ( $TM4$ ), розробка графіку робіт проекту ( $TM5$ ), управління графіком робіт проекту ( $TM6$ ).

$$TM = f(TM1, TM2, TM3, TM4, TM5, TM6). \quad (12)$$

Управління вартістю проекту ( $CsM$ ) включає: план управління витратами проекту ( $CsM1$ ), оцінка витрат проекту ( $CsM2$ ), визначення бюджету проекту ( $CsM3$ ), контроль витрат проекту ( $CsM4$ ).

$$CsM = f(CsM1, CsM2, CsM3, CsM4). \quad (13)$$

Управління якістю проекту ( $QM$ ) враховує: план управління якістю проекту ( $QM1$ ), забезпечення якості проекту ( $QM2$ ), контроль якості проекту ( $QM3$ ).

$$QM = f(QM1, QM2, QM3). \quad (14)$$

Управління ресурсами проекту ( $ReM$ ) містить: план управління ресурсами проекту ( $ReM1$ ), оцінка залучених ресурсів проекту ( $ReM2$ ), придбання ресурсів ( $ReM3$ ), розвиток команди проекту ( $ReM4$ ), управління командою проекту ( $ReM5$ ), контроль ресурсів проекту ( $ReM6$ ).

$$ReM = f(ReM1, ReM2, ReM3, ReM4, ReM5, ReM6). \quad (15)$$

Управління комунікаціями проекту ( $CmM$ ) складається з: план управління комунікаціями проекту ( $CmM1$ ), управління комунікаціями проекту ( $CmM2$ ), контроль комунікацій проекту ( $CmM3$ ).

$$CmM = f(CmM1, CmM2, CmM3). \quad (16)$$

Управління ризиками проекту ( $RiM$ ) містить: план управління ризиками проекту ( $RiM1$ ), визначення ризиків проекту ( $RiM2$ ), якісний аналіз ризиків проекту ( $RiM3$ ), кількісний аналіз ризиків проекту ( $RiM4$ ), план реагування на ризики ( $RiM5$ ), впровадження реакцій на ризики проекту ( $RiM6$ ), контроль ризиків проекту ( $RiM7$ ).

$$RiM = f(RiM1, RiM2, RiM3, RiM4, RiM5, RiM6, RiM7). \quad (17)$$

Управління закупівлями проекту ( $PM$ ) враховує : план управління закупівлями ( $PM1$ ), здійснення закупівель ( $PM2$ ), контроль закупівель ( $PM3$ ).

$$PM = f(PM1, PM2, PM3). \quad (18)$$

Управління зацікавленими сторонами проекту ( $StM$ ) включає: визначення зацікавлених сторін проекту ( $StM1$ ), управління залученням зацікавлених сторін ( $StM2$ ), план управління стейкхолдерами проекту ( $StM3$ ), контроль залучення стейкхолдерів проекту ( $StM4$ ).

$$StM = f(StM1, StM2, StM3, StM4). \quad (11)$$

**Етап 2. Визначення вагомості складових моделі на кожному рівні ієрархії**

Із використанням методу безпосередніх оцінок отримано наступні вагові коефіцієнти для досліджуваних підприємств(табл.1).

Таблиця 1

**Вагові коефіцієнти областей знань та їх складових з управління проектами на підприємствах**

Область знань	Позначення	Ваговий коефіцієнт	Складові області знань	Позначення	Ваговий коефіцієнт (в рамках Області)	Загальний ваговий коефіцієнт
інтеграція	IM	0,13	статут проекту	IM1	0,14	0,018
			план управління проектом	IM2	0,15	0,020
			управління виконанням робіт проекту	IM3	0,16	0,021
			управління знаннями проекту	IM4	0,16	0,021
			моніторинг та контроль виконання робіт проекту	IM5	0,14	0,018
			виконання інтегрованого контролю змін	IM6	0,13	0,017
			опис процесів завершення проекту або фази проекту	IM7	0,12	0,016
вміст	SM	0,12	план управління вмістом (масштабом)	SM1	0,17	0,020
			збір вимог проекту	SM2	0,15	0,018
			визначення масштабу (охоплення) проекту	SM3	0,18	0,022
			створення WBS (ієрархічної структури робіт)	SM4	0,16	0,019
			перевірка (підтвердження) масштабу проекту	SM5	0,17	0,020
			контроль вмісту (масштабу) проекту	SM6	0,17	0,020
терміни	TM	0,12	план управління графіком робіт	TM1	0,17	0,020
			визначення робіт проекту	TM2	0,10	0,012
			визначення послідовності робіт проекту	TM3	0,18	0,022
			оцінка тривалості робіт проекту	TM4	0,19	0,023
			розробка графіку робіт проекту	TM5	0,17	0,020
			управління графіком робіт проекту	TM6	0,19	0,023
вартість	CsM	0,13	план управління витратами проекту	CsM1	0,25	0,033
			оцінка витрат проекту	CsM2	0,25	0,033
			визначення бюджету проекту	CsM3	0,25	0,033
			контроль витрат проекту	CsM4	0,25	0,033
якість	QM	0,10	план управління якістю проекту	QM1	0,30	0,030
			забезпечення якості проекту	QM2	0,35	0,035
			контроль якості проекту	QM3	0,35	0,035
ресурси	Rem	0,13	план управління ресурсами проекту	ReM1	0,15	0,020
			оцінка залучених ресурсів проекту	ReM2	0,10	0,013
			придбання ресурсів	ReM3	0,10	0,013
			розвиток команди проекту	ReM4	0,23	0,030
			управління командою проекту	ReM5	0,23	0,030
			контроль ресурсів проекту	ReM6	0,19	0,025
комунікації	CmM	0,04	план управління комунікаціями проекту	CmM1	0,30	0,012
			управління комунікаціями проекту	CmM2	0,35	0,014
			контроль комунікацій проекту	CmM3	0,35	0,014
ризик	RiM	0,13	план управління ризиками проекту	RiM1	0,10	0,013
			визначення ризиків проекту	RiM2	0,15	0,020
			якісний аналіз ризиків проекту	RiM3	0,15	0,020
			кількісний аналіз ризиків проекту	RiM4	0,15	0,020
			план реагування на ризик	RiM5	0,15	0,020
			впровадження реакцій на ризик проекту	RiM6	0,15	0,020
			контроль ризиків проекту	RiM7	0,15	0,020
закупівлі	PM	0,03	план управління закупівлями	PM1	0,30	0,009
			здійснення закупівель	PM2	0,40	0,012
			контроль закупівель	PM3	0,30	0,009
зацікавлені сторони	StM	0,07	визначення зацікавлених сторін проекту	StM1	0,20	0,014
			управління залученням зацікавлених сторін	StM2	0,30	0,021
			план управління стейкхолдерами проекту	StM3	0,20	0,014
			контроль залучення стейкхолдерів проекту	StM4	0,30	0,021

Таблиця 1 демонструє, що для успішної проектної діяльності на досліджуваних підприємствах найбільш вагомими є області знань: інтеграція, вартість, ресурси та ризик.

**Етап 3. Визначення рівня прояву складових нижнього рівня ієрархії**

Для визначення рівня прояву складових комплексної оцінки рівня сформованості областей знань з управління проектами була розроблена анкета. Результати опитування відображають рівень



прояву (сформованості) даних складових на підприємстві. Фрагмент анкети представлений у таблиці 2.

Таблиця 2

### Фрагмент анкети для опитування експертів

Дайте відповідь на поставлене запитання із використанням встановленої шкали від 0 до 10 (де 0 – мінімальний рівень, 10 – максимальний рівень)		
Позначення показника	Питання	Шкала
Управління інтеграцією проєкту (ІМ)		
ІМ1	Визначте якість розроблення статуту проєкту, який реалізується та рівень його узгодження із стратегічними цілями підприємства?	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
ІМ2	Визначте якість розроблення плану управління проєктом, який реалізується на підприємстві із визначенням та координацією всіх компонентів плану?	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
ІМ3	Оцініть рівень управління та виконання робіт, передбачених планом управління проєктом та рівень впровадження затверджених змін?	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
ІМ4	Оцініть рівень управління знаннями проєкту?	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Кожна складова була представлена у вигляді лінгвістичної змінної з відповідною термножиною:  $T1$  – низький,  $T2$  – середній,  $T3$  – високий. В якості функції належності була обрана функція Харрінгтона. Чітке значення кожної компоненти  $x_i$  може приймати значення від 0 до 10. Значення аргументу функції Харрінгтона  $z_i$  повинне змінюватися в діапазоні від -4 до 6, що дозволить оптимізувати розбіжності (різний рівень прояву) виставлених балів згідно обраної шкали (рис.2).

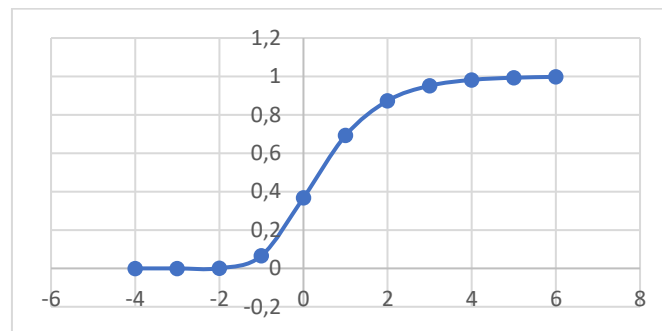
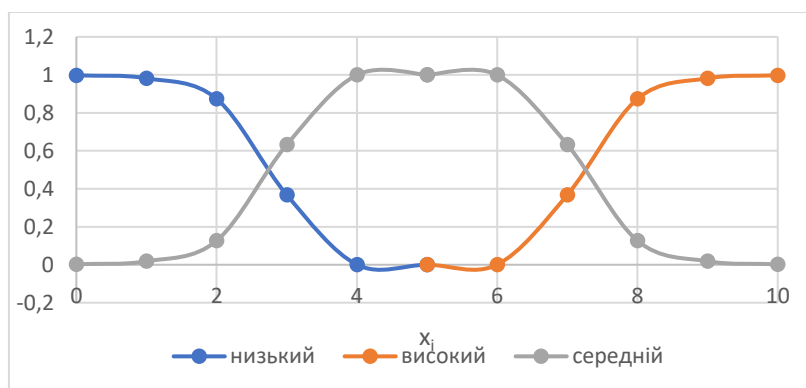


Рис.2. Функція Харрінгтона в діапазоні від -4 до 6

Для визначення терму «високий» обрано інтервал (5; 10]. З метою приведення шкали  $x_i$  до шкали  $z_i$ , аргумент функції Харрінгтона для терму «високий» пов'язаний з чіткою оцінкою співвідношенням:  $z_i=2(x_i-7)$ . Для визначення терму низький обрано інтервал [0; 5]. Аргумент функції Харрінгтона для терму «низький» пов'язаний з чіткою оцінкою співвідношенням:  $z_i=-2(x_i-7,5)-9$ . Значення функції належності для терму «середній» визначається згідно формули:

$$\mu_m(x_i) = \begin{cases} 1 - \mu_n(x_i), & x_i \leq 5 \\ 1 - \mu_v(x_i), & x_i > 5 \end{cases} \quad (12)$$

де  $\mu_m(x_i)$ ,  $\mu_n(x_i)$ ,  $\mu_v(x_i)$  – відповідно функції належності термів «середній», «низький», «високий». На рис.3 відображена функція Харрінгтона (згідно шкали  $x_i$ ) для різних лінгвістичних термів.

Рис. 3. Функція Харрінгтона (згідно шкали  $x_i$ ) для різних лінгвістичних термів

Таблиця 3

**Результати експертного оцінювання показників другого рівня ієрархії  
(на прикладі МКП «Хмельницьктеплокомуненерго»)**

№ п/п	Показник (2 рівень)	Чітка оцінка	Ваговий коефіцієнт (в рамках областей знань 1 рівня)	Значення функції належності терму		
				T1	T2	T3
1	IM1	9	0,14	0,000	0,018	0,982
2	IM2	9	0,15	0,000	0,018	0,982
3	IM3	8	0,16	0,000	0,127	0,873
4	IM4	2	0,16	0,873	0,127	0,000
5	IM5	7	0,14	0,000	0,632	0,368
6	IM6	6	0,13	0,000	0,999	0,001
7	IM7	5	0,12	0,000	1,000	0,000
8	SM1	8	0,17	0,000	0,127	0,873
9	SM2	8	0,15	0,000	0,127	0,873
10	SM3	4	0,18	0,001	0,999	0,000
11	SM4	5	0,16	0,000	1,000	0,000
12	SM5	6	0,17	0,000	0,999	0,001
13	SM6	7	0,17	0,000	0,632	0,368
14	TM1	6	0,17	0,000	0,999	0,001
15	TM2	10	0,10	0,000	0,002	0,998
16	TM3	4	0,18	0,001	0,999	0,000
17	TM4	4	0,19	0,001	0,999	0,000
18	TM5	5	0,17	0,000	1,000	0,000
19	TM6	5	0,19	0,000	1,000	0,000
20	CsM1	7	0,25	0,000	0,632	0,368
21	CsM2	4	0,25	0,001	0,999	0,000
22	CsM3	8	0,25	0,000	0,127	0,873
23	CsM4	7	0,25	0,000	0,632	0,368
24	QM1	8	0,30	0,000	0,127	0,873
25	QM2	7	0,35	0,000	0,632	0,368
26	QM3	7	0,35	0,000	0,632	0,368
27	ReM1	7	0,15	0,000	0,632	0,368
28	ReM2	6	0,10	0,000	0,999	0,001
29	ReM3	8	0,10	0,000	0,127	0,873
30	ReM4	2	0,23	0,873	0,127	0,000
31	ReM5	2	0,23	0,873	0,127	0,000
32	ReM6	5	0,19	0,000	1,000	0,000
33	CmM1	7	0,30	0,000	0,632	0,368
34	CmM2	6	0,35	0,000	0,999	0,001
35	CmM3	7	0,35	0,000	0,632	0,368
36	RiM1	3	0,10	0,368	0,632	0,000
37	RiM2	3	0,15	0,368	0,632	0,000
38	RiM3	2	0,15	0,873	0,127	0,000
39	RiM4	0	0,15	0,998	0,002	0,000
40	RiM5	3	0,15	0,368	0,632	0,000
41	RiM6	3	0,15	0,368	0,632	0,000
42	RiM7	2	0,15	0,873	0,127	0,000
43	PM1	7	0,30	0,000	0,632	0,368
44	PM2	8	0,40	0,000	0,127	0,873
45	PM3	7	0,30	0,000	0,632	0,368
46	StM1	10	0,20	0,000	0,002	0,998
47	StM2	9	0,30	0,000	0,018	0,982
48	StM3	8	0,20	0,000	0,127	0,873
49	StM4	8	0,30	0,000	0,127	0,873

**Етап 4. Визначення рівня сформованості складових верхнього рівня ієрархії**

Отримана нечітка оцінка складових нижнього рівня ієрархії дозволяє визначити рівень прояву областей знань з управління проєктами на підприємствах (таблиці 4-6).

Таблиця 4

**Результати розрахунку критеріїв першого рівня ієрархії  
(МКП «Хмельницьктеплокомуненерго»)**

№ п/п	Показник	Ваговий коефіцієнт	Отримана чітка оцінка	Значення функції належності терму		
				T1	T2	T3
1	IM	0,13	6,68	0,1397	0,3842	0,4761
2	SM	0,12	6,71	0,0001	0,6577	0,3421
3	TM	0,12	5,50	0,0002	0,8999	0,0999
4	CsM	0,13	7,01	0,0002	0,5976	0,4023
5	QM	0,10	7,60	0,0000	0,4805	0,5195
6	ReM	0,13	3,70	0,4018	0,4556	0,1426
7	CmM	0,04	6,20	0,0000	0,7607	0,2393
8	RiM	0,13	1,93	0,6140	0,3860	0,0000
9	PM	0,03	7,85	0,0000	0,4299	0,5701
10	StM	0,07	9,65	0,0000	0,0692	0,9308
«Найбільш характерний» елемент				0	5	10

Таблиця 5

**Результати розрахунку критеріїв першого рівня ієрархії (КП «Південно-Західні тепломережі»)**

№ п/п	Показник	Ваговий коефіцієнт	Отримана чітка оцінка	Значення функції належності терму		
				T1	T2	T3
1	IM	0,13	7,16	0,0589	0,4511	0,4901
2	SM	0,12	5,89	0,0001	0,8223	0,1776
3	TM	0,12	5,45	0,0699	0,7694	0,1607
4	CsM	0,13	6,78	0,0000	0,6430	0,3570
5	QM	0,10	6,80	0,0000	0,6405	0,3595
6	ReM	0,13	3,39	0,4018	0,5190	0,0792
7	CmM	0,04	5,22	0,0000	0,9569	0,0431
8	RiM	0,13	2,53	0,4939	0,5061	0,0000
9	PM	0,03	7,97	0,0000	0,4051	0,5949
10	StM	0,07	8,83	0,0000	0,2332	0,7668
«Найбільш характерний» елемент				0	5	10

Таблиця 6

**Результати розрахунку критеріїв першого рівня ієрархії  
(МКП «Хмельницькводоканал»)**

№ п/п	Показник	Ваговий коефіцієнт	Отримана чітка оцінка	Значення функції належності терму		
				T1	T2	T3
1	IM	0,13	6,39	0,1571	0,4068	0,4361
2	SM	0,12	5,53	0,0662	0,7608	0,1730
3	TM	0,12	5,43	0,0120	0,8898	0,0982
4	CsM	0,13	6,00	0,0000	0,7996	0,2004
5	QM	0,10	6,15	0,0000	0,7690	0,2310
6	ReM	0,13	3,90	0,4197	0,3813	0,1990
7	CmM	0,04	6,96	0,0000	0,6090	0,3910
8	RiM	0,13	2,37	0,5263	0,4737	0,0000
9	PM	0,03	7,97	0,0000	0,4051	0,5949
10	StM	0,07	8,34	0,0000	0,3312	0,6688
«Найбільш характерний» елемент				0	5	10

На рис.4 відображене порівняння рівня сформованості областей знань з управління проектами на підприємствах комунальної сфери.

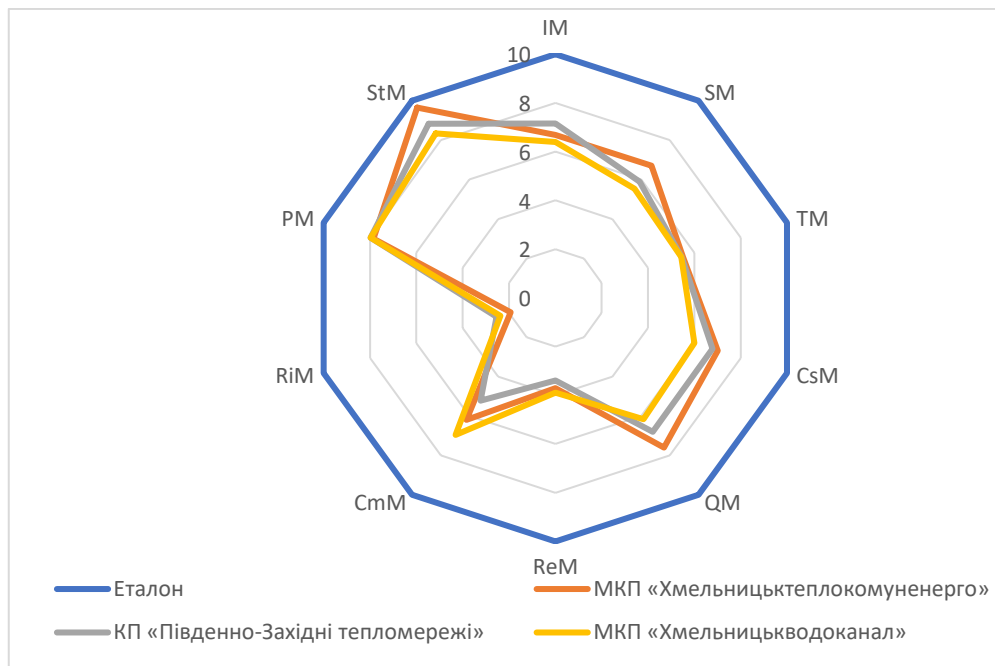


Рис.4. Порівняння рівня сформованості областей знань з управління проектами на підприємствах

Можна помітити, що найменш сформованими є області знань: управління термінами, ресурсами, ризиками проекту. Також низьким є управління вмістом проекту.

#### Етап 5. Комплексна оцінка рівня сформованості областей знань з управління проектами підприємства

За результатами попереднього етапу сформована чітка та нечітка оцінка  $SaPMKA$  (таблиця 7).

Таблиця 7

#### Комплексна оцінка рівня сформованості областей знань з управління проектами підприємств

Оцінка	Значення функції належності терму		
	$T1$	$T2$	$T3$
Нечітка оцінка $SaPMKA1$	0,1503	0,5202	0,3295
Нечітка оцінка $SaPMKA2$	0,1325	0,5973	0,2702
Нечітка оцінка $SaPMKA3$	0,1528	0,6027	0,2445
«Найбільш характерний» елемент	0	5	10
Чітка оцінка $SaPMKA1$	5,90		
Чітка оцінка $SaPMKA2$	5,69		
Чітка оцінка $SaPMKA3$	5,46		

Згідно таблиці 7 на МКП «Хмельницьктеплокомуненерго» рівень сформованості областей знань є найвищим та становить 5,90 (з 10 максимальних балів); на КП «Південно-Західні тепломережі» - 5,69; на МКП «Хмельницькводоканал» - 5,46. Дані значення  $SaPMKA$  свідчать про недостатню сформованість областей знань та потребує вдосконалення. Особливо це стосується управління знаннями проекту ( $IM4$ ), визначення масштабу (охоплення) проекту ( $SM3$ ), визначення послідовності робіт проекту ( $TM3$ ), оцінка тривалості робіт проекту ( $TM4$ ), оцінка витрат проекту ( $CsM2$ ), розвиток команди проекту ( $ReM4$ ), управління командою проекту ( $ReM5$ ), визначення ризиків проекту ( $RiM2$ ), якісний аналіз ризиків проекту ( $RiM3$ ), кількісний аналіз ризиків проекту ( $RiM4$ ), план реагування на ризики ( $RiM5$ ). З метою підвищення рівня сформованості вказаних складових областей знань, необхідним є розробка та використання підприємствами економіко-математичних моделей, котрі дозволять розширити практичні знаннями з управління проектами з метою прийняття ефективних обґрунтованих управлінських рішень.

#### Етап 6. Визначення рівня зрілості підприємства з управління проектами

Зрілість підприємства з управління проектами здійснено за отриманим комплексним показником рівня сформованості областей знань з управління проектами підприємства  $SaPMKA$ , котрий може бути в межах від 0 до 10. Рівень зрілості підприємства з управління проектами може

бути: низький, нижче середнього, середній, вище середнього та високий. Сформовано функції належності для даних термів згідно формул 8, 9:

$$\text{Низький: } \mu_1(\text{CaPMKA}) = \exp\left(-\frac{(\text{CaPMKA}-0)^2}{2,5}\right), \quad (13)$$

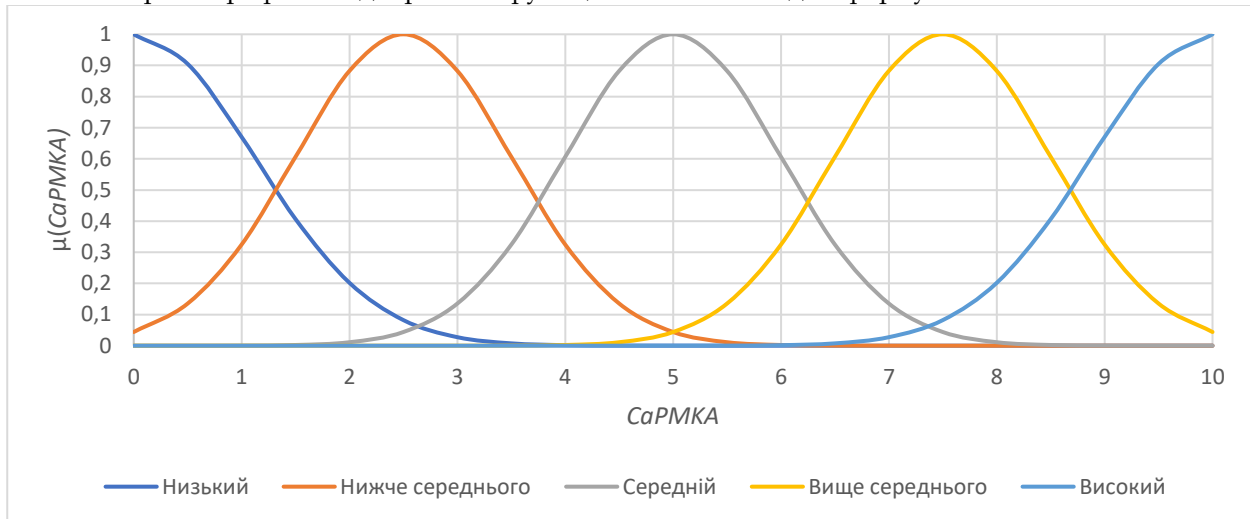
$$\text{Нижче середнього: } \mu_2(\text{CaPMKA}) = \exp\left(-\frac{(\text{CaPMKA}-2,5)^2}{2 \cdot 1^2}\right), \quad (14)$$

$$\text{Середній: } \mu_3(\text{CaPMKA}) = \exp\left(-\frac{(\text{CaPMKA}-5)^2}{2 \cdot 1^2}\right), \quad (15)$$

$$\text{Вище середнього: } \mu_4(\text{CaPMKA}) = \exp\left(-\frac{(\text{CaPMKA}-7,5)^2}{2 \cdot 1^2}\right), \quad (16)$$

$$\text{Високий: } \mu_5(\text{CaPMKA}) = \exp\left(-\frac{(\text{CaPMKA}-10)^2}{2,5}\right). \quad (17)$$

На рис.3 графічно відображено функції належності згідно формул 13-17.



**Рис.5. Функції належності для визначення рівня зрілості підприємства з управління проектами**

У таблиці 8 відображені результати нечіткої оцінки рівня зрілості підприємства з управління проектами згідно отриманої комплексної оцінки *CaPMKA* попереднього етапу. У таблиці МКП «Хмельницьктеплокомуненерго» відображено як S1, КП «Південно-Західні тепломережі» - S2, МКП «Хмельницькводоканал» - S3.

Таблиця 8

#### Нечітка оцінка рівня зрілості підприємств з управління проектами

CaPMKA	Функції належності $\mu$				
	Низький ( $\mu_1(\text{CaPMKA})$ )	Нижче середнього ( $\mu_2(\text{CaPMKA})$ )	Середній ( $\mu_3(\text{CaPMKA})$ )	Вище середнього ( $\mu_4(\text{CaPMKA})$ )	Високий ( $\mu_5(\text{CaPMKA})$ )
S1	0,000	0,003	0,667	0,278	0,001
S2	0,000	0,006	0,788	0,194	0,001
S3	0,000	0,013	0,900	0,125	0,000

Отже, згідно таблиці 8 слід відзначити, що рівень зрілості підприємств знаходяться між рівнем зрілості «середній» та «вище середнього» з управління проектами. Найбільше наближається до рівня «вище середнього» МКП «Хмельницьктеплокомуненерго».

#### ВИСНОВКИ З ДАНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ

##### I ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ РОЗВІДОК У ДАНОМУ НАПРЯМІ

У статті розроблена економіко-математична модель для визначення комплексної оцінки рівня сформованості областей знань з управління проектами на підприємстві. Згідно РМВОК враховані наступні області знань з управління проектами: управління інтеграцією, вмістом, термінами, вартістю, якістю, ресурсами, комунікаціями, ризиками, закупівлями, зацікавленими сторонами проекту. Отримана комплексна оцінка дозволяє визначити рівень зрілості підприємства з управління проектами. У запропонованій моделі використано теорію нечітких множин та

експертний метод безпосередньої оцінки. Модель складається з наступних етапів: відображення системи, яка досліджується, у вигляді багаторівневої ієрархічної моделі; визначення вагомості складових моделі на кожному рівні ієрархії; визначення рівня прояву складових нижнього рівня ієрархії; визначення рівня прояву складових верхнього рівня ієрархії; визначення комплексної оцінки рівня сформованості областей знань управління проектами підприємства; визначення рівня зрілості підприємства з управління проектами. Для визначення рівня прояву складових нижнього рівня ієрархії в якості функції належності використана шкала Харрінгтона. Для визначення зрілості підприємства з управління проектами використана гаусова функція належності. В результаті встановлено, що для МКП «Хмельницьктеплокомуненерго» комплексна оцінка рівня сформованості областей знань у 2020 році становить 5,90 бали (з 10 максимальних балів), для КП «Південно-Західні тепломережі» - 5,69 бали, для МКП «Хмельницькводоканал» - 5,46. Дані значення *СаРМКА* свідчать про недостатню сформованість областей знань та потребує вдосконалення. Підприємства знаходяться між рівнем зрілості «середній» та «вище середнього» з управління проектами. Найменш сформованими областями знань є управління термінами, ресурсами та ризиками проекту. Особливо це стосується управління знаннями проекту (*IM4*), визначення масштабу (охоплення) проекту (*SM3*), визначення послідовності робіт проекту (*TM3*), оцінка тривалості робіт проекту (*TM4*), оцінка витрат проекту (*CsM2*), розвиток команди проекту (*ReM4*), управління командою проекту (*ReM5*), визначення ризиків проекту (*RiM2*), якісний аналіз ризиків проекту (*RiM3*), кількісний аналіз ризиків проекту (*RiM4*), план реагування на ризики (*RiM5*). З метою підвищення рівня сформованості вказаних складових областей знань, необхідним є розробка та використання підприємствами економіко-математичних моделей, котрі дозволять розширити практичні знаннями з управління проектами з метою прийняття ефективних обґрунтованих управлінських рішень.

#### ЛІТЕРАТУРА:

1. Чайковська І.І. Управління знаннями на проектно-орієнтованих підприємствах. Український журнал прикладної економіки. 2021. Том 6. № 4. С. 67-81.
2. Alwaly K.A., Alawi N.A. Factors Affecting the Application of Project Management Knowledge Guide (PMBOK® GUIDE) in Construction Projects in Yemen. International Journal of Construction Engineering and Management. 2020. № 9(3). P. 81-91.
3. Dumrak J., Baroudi B., Pullen S. A study of project management knowledge and sustainable outcomes in Thailand's reproductive health projects. Organisational Project Management. 2015. № 2(1). P.1-14. URL: <http://dx.doi.org/10.5130/opm.v2i1.4274>
4. Elhegazy H., Ebid A., Mahdi I.M., Haggag S.Y.A., Rashid I.A. Identification of Knowledge Gaps in Applying Knowledge Areas of Project Management International Journal of Research in Engineering & Management. 2019. № 3(3). P. 23-31.
5. Gomes J., Carvalho H., Romao M. The Contribution of the Knowledge Areas to Project Success: A Multidimensional Approach. International Journal of Project Management and Productivity Assessment. 2021. № 9 (2). P. 90-106.
6. Burger M., Zulch B. A construction project management knowledge model: The type and level of knowledge required. Acta Structilia. 2018. № 25(1). P. 99-125.
7. Javed S. A., Liu, S. Evaluation of project management knowledge areas using grey incidence model and AHP. International Conference on Grey Systems and Intelligent Services (GSIS). IEEE. Stockholm, Sweden. 2017. P. 120-120). URL: <https://doi.org/10.1109/GSIS.2017.8077684>
8. Dahleez K.A. The Impact of Knowledge Areas for Project Management on Project Quality at Palestinian NGOs. IUG Journal of Economics and Business. 2017. № 25(2). P.1-21.
9. Shumali S.I., Nassar A.J. The Impact of Implementing Project Management Knowledge Areas on Public Project Quality in Palestine. ASJP. 2020. № 6(2). P. 1-21.
10. Shaqour E.N. The role of implementing BIM applications in enhancing project management knowledge areas in Egypt. Ain Shams Engineering Journal. 2022. № 13. 101509. URL: <https://doi.org/10.1016/j.asej.2021.05.023>
11. Didehvar N., Teymourifard M., Mojtahedi M., Sepasgozar S. An Investigation on Virtual Information Modeling Acceptance Based on Project Management Knowledge Areas. Buildings. 2018. № 8 (6), 80. URL: <https://doi.org/10.3390/buildings8060080>
12. Чайковська І.І., Ваганова Л.В. Аналіз проєктної діяльності підприємств комунального сектору Хмельницького. Український журнал прикладної економіки. 2021. Том 6. № 2. С. 233-244.
13. Lee H.M. Applying fuzzy set theory to evaluate the rate of aggregative risk in software development. Fuzzy Sets and Systems. 1996. V. 79. P. 323-336.

#### REFERENCES:

1. Chaikovska I.I. Upravlinnia znanniamu na proektно-orientovanih pidpruemstvah. Ukrainskui zhurnal prukladnoi ekonomiku. 2021. Tom 6. № 4. S. 67-81.
2. Alwaly K.A., Alawi N.A. Factors Affecting the Application of Project Management Knowledge Guide (PMBOK® GUIDE) in Construction Projects in Yemen. International Journal of Construction Engineering and Management. 2020. № 9(3). P. 81-91.
3. Dumrak J., Baroudi B., Pullen S. A study of project management knowledge and sustainable outcomes in Thailand's reproductive health projects. Organisational Project Management. 2015. № 2(1). P.1-14. URL: <http://dx.doi.org/10.5130/opm.v2i1.4274>

- 
4. Elhegazy H., Ebid A., Mahdi I.M., Haggag S.Y.A., Rashid I.A. Identification of Knowledge Gaps in Applying Knowledge Areas of Project Management International Journal of Research in Engineering & Management. 2019. № 3(3). P. 23-31.
  5. Gomes J., Carvalho H., Romao M. The Contribution of the Knowledge Areas to Project Success: A Multidimensional Approach. International Journal of Project Management and Productivity Assessment. 2021. № 9 (2). P. 90-106.
  6. Burger M., Zulch B. A construction project management knowledge model: The type and level of knowledge required. Acta Structilia. 2018. № 25(1). P. 99-125.
  7. Javed S. A., Liu, S. Evaluation of project management knowledge areas using grey incidence model and AHP. International Conference on Grey Systems and Intelligent Services (GSIS). IEEE. Stockholm, Sweden. 2017. P. 120-120). URL: <https://doi.org/10.1109/GSIS.2017.8077684>
  8. [Dahleez](#) K.A. The Impact of Knowledge Areas for Project Management on Project Quality at Palestinian NGOs. IUG Journal of Economics and Business. 2017. № 25(2). P.1-21.
  9. Shumali S.I., Nassar A.J. The Impact of Implementing Project Management Knowledge Areas on Public Project Quality in Palestine. ASJP. 2020. № 6(2). P. 1-21.
  10. Shaqour E.N. The role of implementing BIM applications in enhancing project management knowledge areas in Egypt. Ain Shams Engineering Journal. 2022. № 13. 101509. URL: <https://doi.org/10.1016/j.asej.2021.05.023>
  11. Didehvar N., Teymourifard M., Mojtahedi M., Sepasgozar S. An Investigation on Virtual Information Modeling Acceptance Based on Project Management Knowledge Areas. Buildings. 2018. № 8 (6), 80. URL: <https://doi.org/10.3390/buildings8060080>
  12. Chaikovska I.I., Vahanova L.V. Analiz proektnoi diialnosti pidpruemstv komunalnogo sektoru Khmel'nitskogo. Ukrainskui zhurnal prukladnoi ekonomiku. 2021. Tom 6. № 2. S. 233-244.
  13. Lee H.M. Applying fuzzy set theory to evaluate the rate of aggregative risk in software development. Fuzzy Sets and Systems. 1996. V. 79. P. 323-336.

---

## ECONOMIC-MATHEMATICAL MODEL FOR COMPREHENSIVE ASSESSMENT OF THE FORMATION LEVEL OF KNOWLEDGE AREAS OF PROJECT MANAGEMENT AT THE ENTERPRISE

INNA CHAIKOVSKA

Leonid Yuzkov Khmelnytskyi University of Management and Law

*The article develops an economic and mathematical model for determining a comprehensive assessment of the level of formation of areas of knowledge in project management at the enterprise. According to PMBOK, the following areas of project management knowledge are taken into account: integration management, content, timing, cost, quality, resources, communications, risks, procurement, project stakeholders. The obtained comprehensive assessment allows to determine the level of maturity of the project management company. The proposed model uses fuzzy set theory and the expert method of direct estimation. The model consists of the following stages: display of the system under study in the form of a multilevel hierarchical model; determining the importance of the components of the model at each level of the hierarchy; determining the level of manifestation of the components of the lower level of the hierarchy; determining the level of manifestation of the components of the upper level of the hierarchy; determination of a comprehensive assessment of the level of formation of areas of knowledge of enterprise project management; determining the level of maturity of the project management company. The Harrington scale was used as a function of belonging to determine the level of manifestation of the components of the lower level of the hierarchy. The Gaussian membership function was used to determine the maturity of the project management company. As a result, it was found that for MKP "Khmelnitskteplokomunenergo" comprehensive assessment of the level of knowledge areas in 2020 is 5.90 points (out of 10 maximum points), for KP "South-Western Heat Networks" - 5.69 points, for ICP "Khmelnitskvodokanal" - 5.46. The least developed areas of knowledge are project time, resource and risk management. Businesses are between "medium" and "high medium" project management maturity.*

*Key words: knowledge areas, project management, comprehensive assessment, economic-mathematical model.*