

М.В. НЕКРАСОВА

ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДІВ ТЕОРІЇ ЙМОВІРНОСТЕЙ ТА МАТЕМАТИЧНОЇ СТАТИСТИКИ ПРИ УПРАВЛІННІ ПРОЕКТАМИ

Показане місце методів теорії ймовірності та математичної статистики в системі загальнонаукових методів управління проектами. Скорочено описано склад основних методів теорії ймовірності та математичної статистики, найбільш затребуваних при управлінні проектами. Також відмічена роль методу Монте-Карло, бо від призначений для врахування ризику в процесі кількісного аналізу характеристик проекту та прийняття управлінських рішень. Показано можливості управління проектами, які забезпечують методи теорії ймовірності та математичної статистики при управлінні проектами з методології Project Management Body of Knowledge (PMBoK). Показано, що методи теорії ймовірностей та математичної статистики при управлінні проектами з методології PMBoK найбільш потрібні при реалізації наступних груп процесів управління проектом: група процесів планування проекту, група процесів моніторингу та управління проектом.

Ключові слова: методи, теорія ймовірностей, математична статистика, керування проектами

The place of methods of probability theory and mathematical statistics in the system of general scientific methods of project management is shown. The composition of the main methods of probability theory and mathematical statistics, most in demand in project management, is briefly described. The role of the Monte Carlo method is also noted, because it is designed to take risk into account in the process of quantitative analysis of project characteristics and management decision-making. The possibilities of project management are shown, which provide the methods of probability theory and mathematical statistics in project management from the Project Management Body of Knowledge (PMBoK) methodology. It is shown that the methods of probability theory and mathematical statistics in project management from the PMBoK methodology are most needed in the implementation of the following groups of project management processes: a group of project planning processes, a group of project monitoring and management processes.

Keywords: methods, probability theory, mathematical statistics, project management

Вступ. В час прискорення науково-технічного прогресу, що супроводжується скороченням життєвого циклу продукції (товарів, робіт, послуг) та підвищенням ступеня індивідуалізації продукції (розширенням асортименту) проектний підхід знаходить дедалі ширше застосування. Ускладнення ринкових умов господарювання в умовах ринку, що динамічно розвивається, пред'являє все більш серйозні вимоги до складних процесів управління проектами.

Методи моделювання знайшли широке застосування в управлінні проектами, оскільки під час управління проектами вирішуються складні проблеми, які потребують одночасного використання системного та комплексного підходів.

Вирішення проблем управління проектами сьогодні неможливе без застосування моделей, під якими розуміється уявлення систем, у яких передбачається вирішувати проблеми, у вигляді, що відбиває властивості, взаємозв'язок, структурні і функціональні параметри цієї системи, з метою функціонування цієї системи, з одного боку, й у вирішенні виявлених проблем, з іншого боку.

Аналіз останніх досліджень та літератури. Під час проведення зазначених досліджень було враховано відомі роботи в області методів управління проектами [1-4]. Розглядаючи специфіку проектного управління за сучасних умов можна зазначити, що при зростанні обсягу проектів та кількості використовуваних людських ресурсів управління ними стає все більш схожим на складне інженерне завдання (яке потім поступово стає проектом -

вищого рівня. Складна конструкція арсеналу методів управління проектами будується на фундаменті загальнонаукової методології. Підходи, способи, прийоми, за допомогою яких здійснюються різні види управлінських робіт, як конкретні методи управління характеризуються великою різноманітністю, відображаючи множинність, різну складність та склад управлінських завдань, які вирішуються в рамках проектів.

Мета статті. Метою даного дослідження є розгляд питань використання методів теорії ймовірностей та математичної статистики при управлінні проектами.

Постановка проблеми. Моделювання під час управління проектами зазвичай здійснюється у кілька етапів, у яких уточнюються цілі управління, здійснюється постановка завдань, конструюється модель, проводиться її теоретичний і (чи) експериментальний аналіз на достовірність, здійснюється практична реалізація у межах проекту, проводиться наступний аналіз отриманих даних, після чого (у разі потреби) здійснюється коригування шляхом введення в модель додаткових факторів та даних, обмежень, критеріїв тощо.

Матеріали і методи досліджень. Методи теорії ймовірності та математичної статистики являють собою математичні методи, що дозволяють вивчати закономірності випадкових явищ (подій та величин), їх властивості та операції над ними.

Основні методи теорії ймовірностей представлені у табл. 1.

Таблиця 1 - Основні методи теорії ймовірностей

№	Назва методу	Основні характеристики методу
1	Класичний метод (Визначення результатів по бінарному принципом «так» або «ні»)	Передбачає визначення ймовірності (P) події A через відношення числа сприятливих для цієї події результатів (m) до загальної кількості всіх рівноможливих несумісних елементарних результатів (n), що утворюють повну групу: $P(A) = m/n$
2	Геометричний метод	Передбачає визначення ймовірності влучення точки в задану (допустиму) область значень, що подається в вигляді відрізка, частини площини, частини об'єму декартової системі координат тощо. У разі одновимірного простору розглядається відрізок l, що є складовою відрізка L, ймовірність попадання точки на відрізок l за умови, що ймовірність влучення точки на відрізок L дорівнює одиниці, визначається співвідношенням: $P=l/L$
3	Метод оцінки ймовірності суми спільних подій	Каже, що ймовірність суми, наприклад, двох спільних подій дорівнює сумі ймовірностей цих подій за вирахуванням ймовірності їхньої спільної появи: $P(A+B)=P(A)+P(B)-P(A \cdot B)$. Для випадку трьох спільних подій ймовірність їх спільної появи буде оцінена як: $P(A+B+C) = P(A)+P(B)+P(C)-(A \cdot B)-(A \cdot C)-(B \cdot C)+P(A \cdot B \cdot C)$
4	Метод оцінки ймовірності суми несумісних подій	Каже, що ймовірність суми, несумісних подій дорівнює сумі ймовірностей цих подій: $P(A+B+C) = P(A)+P(B)+P(C)$
5	Метод ймовірності добутку подій	Оцінка ймовірності появи, наприклад, двох залежних подій (A і B) дорівнює добутку ймовірностей появи однієї з подій (A) на ймовірність появи іншого (B), визначувану за умови, що сталася перша подія (A) (умовна ймовірність B/A): $P(A \cdot B)=P(A) \cdot P(B/A)=P(B) \cdot P(A/B)$. У разі множини подій ймовірність їхнього твору дорівнює добутку ймовірностей цих подій, виходячи з того, що ймовірність кожної наступної події обчислюється за умови здійснення попередніх подій: $P(A_1 \cdot A_2 \cdot \dots \cdot A_n) = P(A_1) \cdot P(A_2 / A_1) \cdot \dots \cdot P(A_n / A_1, A_2 \dots A_{n-1})$
6	Метод визначення ймовірності повної групи подій	Якщо подія A може з'явитися разом з одним із утворюють повну групу попарно несумісних подій H ($H_1, H_2, \dots, H_i, \dots, H_n$), іменованих гіпотезами, то можливість настання події A обчислюється як сума творів ймовірностей реалізації кожної гіпотези H_i на ймовірність настання події A за цієї гіпотези: $P(A;H)=P(H_1) \cdot P(A/H_1)+\dots+P(H_n) \cdot P(A/H_n)$
7	Метод Бернуллі	Призначений для проведення незалежних випробувань, кількість яких (n) має бути заздалегідь відома, а результати є бінарним результатом: успіх «так» або невдача «ні». Ймовірність того, що в n випробуваннях успіх здійсниться m разів, а невдача трапиться (n-m) разів $P_n(m)$, розраховується за формулою: $P_n(m) = C_n^m \cdot p^m \cdot q^{n-m}$, де C_n^m число поєднань з n по m, що визначається $C_n^m = \frac{n!}{m!(n-m)!}$, співвідношенням: p – ймовірність успіху, q – ймовірність невдачі, де $p+q=1$

Основні методи математичної статистики, що використовуються при управлінні проектами, наведені в табл. 2.

Таблиця 2 – Основні методи математичної статистики, які використовуються при управлінні проектами

№	Назва методу	Основні характеристики методу
1	Метод однофакторного кореляційного аналізу	<p>Полягає у встановленні факту та рівня залежності досліджуваної випадкової величини від впливу фактора x на основі розрахунку коефіцієнта парної кореляції $r(y;x)$:</p> $r(y,x) = \frac{\sum (y - \bar{y}) \cdot (x - \bar{x})}{\sqrt{\sum (y - \bar{y})^2 \cdot \sum (x - \bar{x})^2}}$ <p>Таким чином коефіцієнт кореляції $r(y;x)$ демонструє ступінь синхронності зміни поточного результату відносно середнього значення результату при зміні впливу x щодо середнього результату.</p>
2	Метод багатофакторного кореляційного аналізу	<p>Полягає у встановленні факту та рівня залежності досліджуваної випадкової величини у кожного з множини факторів, що впливають x на основі розрахунку коефіцієнтів приватної кореляції, приклад яких для двофакторної моделі наведено нижче:</p> $r(y, x_1/x_2) = \frac{r(y, x_1) - r(y, x_2) \cdot r(x_1, x_2)}{\sqrt{(1 - r^2(y, x_2)) \cdot (1 - r^2(x_1, x_2))}}$ $r(y, x_2/x_1) = \frac{r(y, x_2) - r(y, x_1) \cdot r(x_1, x_2)}{\sqrt{(1 - r^2(y, x_1)) \cdot (1 - r^2(x_1, x_2))}}$ <p>де $r(y, x_1/x_2)$ – коефіцієнт часткової кореляції функції y та фактора x_1, що впливає, при елімінуванні фактору x_2; $r(y, x_2/x_1)$ – коефіцієнт часткової кореляції функції y та фактора x_2, що впливає, при елімінуванні фактору x_1;</p>
3	Метод однофакторного регресійного аналізу	<p>Дозволяє шляхом побудови регресійної моделі оцінити за отриманою функціональною залежністю результативного показника Y від значення обраного фактору X, наприклад, при лінійній залежності $y(x) = a_0 + a_1x$ якою мірою i в якому напрямку (зростання чи спадання) фактор X призводить до зміни результату Y. За це в однофакторній регресійній моделі відповідає параметр a_1. Співвідношення параметрів моделі a_1 та a_0 демонструє наскільки великий внесок фактору X, що враховується, у зміні результату Y на тлі впливу інших неврахованих чинників. Точність моделі описується коефіцієнтом детермінації R^2, що знаходиться в межах від 0 (модель нічого не пояснює) до 1 (модель повністю описує весь процес)</p>
4	Метод багатофакторного регресійного аналізу	<p>Дозволяє шляхом побудови регресійної моделі оцінити за отриманою функціональною залежністю результативного показника y від значень аналізованих факторів x_i: $y = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$, характер залежності (лінійний або нелінійний), а також якою мірою i в якому напрямку (зростання чи спадання) фактори x_i призводять до зміни результату y. За це у багатофакторній регресійній моделі відповідають параметри a_i. Співвідношення параметрів a_i і a_0 моделі демонструє, наскільки великий внесок факторів x_i, що враховуються, в зміну результату y і, натомість, впливу інших неврахованих чинників. Точність моделей описується коефіцієнтом детермінації R^2, що знаходяться в межах від 0 (модель нічого не пояснює) до 1 (модель повністю описує весь процес).</p>
5	Метод коефіцієнтного аналізу	<p>Дозволяє оцінити вплив окремих факторів в регресійній моделі на величину результативного показника та включає розрахунок наступних коефіцієнтів: А) коефіцієнта еластичності, що вказує на скільки % зміниться залежна величина результуючого показника y при зміні значення впливаючого фактору x_i на 1%:</p> $E(y, x_i) = \frac{\Delta y(\%)}{\Delta x_i(\%)}$ <p>При цьому слід визнати, що коефіцієнт еластичності $E(y, x_i)$ не враховує рівень варіабельності фактору x_i; Б) бета-коефіцієнт,</p>

		<p>який дозволяє оцінити рівень зв'язку (ковариацію – cov) фактора, що впливає x_i та результуючого показника $y - cov(y, x_i)$, вважену на співвідношення величини середнього квадратичного відхилення $\sigma(y)$ результуючої змінної у та величини середнього квадратичного відхилення $\sigma(x_i)$ фактору x_i, що впливає, при фіксованому значенні (елімінуванні) решти незалежних змінних x_j:</p> $\beta_i = cov(y, x_i) \cdot \frac{\sigma(x_i)}{\sigma(y)}, \text{ де } \sigma(y) = \sqrt{\frac{\sum_{m=1}^M (y_m - \bar{y})^2}{M-1}}, y_m \text{ – значення змінної } y \text{ у спостереженні } m, \bar{y} \text{ – середнє значення змінної } y \text{ у загальному обсязі спостережень } M,$ $\sigma(x_i) = \sqrt{\frac{\sum_{m=1}^M (x_{im} - \bar{x})^2}{M-1}}, x_{im} \text{ – значення змінної } x_i \text{ у спостереженні } m, \bar{x} \text{ – середнє значення змінної } x_i \text{ у загальному обсязі спостережень } M;$ <p>В) дельта-коефіцієнт δ_i, який дозволяє оцінити частку впливу кожного фактору x_i на результат у у сумарному впливі всіх врахованих факторів:</p> $\delta_i = \beta_i \cdot \frac{r(y, x_i)}{R^2}, \text{ де } \beta_i \text{ – бета-коефіцієнт, } r(y, x_i) \text{ – коефіцієнт парної кореляції між фактором } x_i, \text{ що впливає, і результуючим показником } y, R^2 \text{ – коефіцієнт детермінації.}$
--	--	--

При управлінні проектами також активно використовується моделювання за методом Монте Карло. Метод Монте-Карло по суті є автоматизованою математичною методикою, що призначена для врахування ризику в процесі кількісного аналізу характеристик проекту та прийняття управлінських рішень. Метод Монте-Карло дозволяє особі, яка приймає рішення, у процесі моделювання не просто розглядати різні варіанти наслідків, а й оцінювати ймовірність настання кожного з них.

При використанні методу Монте-Карло вплив будь-якого чинника властива невизначеність, результат описується розподілом ймовірностей. Далі виконуються багаторазові розрахунки очікуваних результатів із різними наборами значень фактору, що вибираються випадковим чином за допомогою генератора випадкових чисел.

При дослідженні методом Монте-Карло розподіли ймовірностей змінних величин можуть приймати різні залежності (табл.3).

Таблиця 3 - Найбільш поширені розподіли ймовірностей змінних величин, одержувані за методом Монте-Карло

№	Тип розподілу ймовірностей	Характеристики типу розподілу
1	Нормальний розподіл (розподіл Гауса-Лапласа)	<p>Задається функцією щільності ймовірності, що називається функцією Гауса:</p> $f(x) = \frac{1}{\sigma_x \sqrt{2 \cdot \pi}} \cdot e^{-\frac{(x-\mu_x)^2}{2\sigma_x^2}},$ <p>де параметр μ – математичне сподівання величини x, σ – середньоквадратичне відхилення величини x. Нормальний розподіл є симетричним. Широке використання закону нормального розподілу як для багатьох областей класичної науки (математика, статистика, фізика), і прикладної науки (зокрема, управління проектами) впливає з центральної граничної теореми. Центральну граничну теорему можна сформулювати наступним чином: сумарний вплив великої кількості слабко пов'язаних між собою випадкових величин, за умови, що вплив жодної з них не має домінуючого характеру, дає розподіл, близький до нормального. При цьому, чим більша кількість доданків розглядається, тим більший розподіл центрованого та нормованого результату прагне до нормального.</p>
2	Логонормальний розподіл	<p>Логонормальний розподіл характеризує двопараметричне сімейство безперервних розподілів, у яких випадкова величина має логонормальний розподіл $\text{Log } N(\mu, \sigma^2)$ тобто її логарифм має нормальний розподіл. Логонормальний розподіл використовується для відображення величин, які не опускаються нижче за нуль (наприклад, час або вартість виконання проекту), але теоретично можуть набувати необмежених позитивних значень.</p>
3	Рівномірний розподіл	<p>Являє собою розподіл випадкової дійсної величини, наприклад, на інтервалі $[a, b]$ з постійною щільністю ймовірності, що дорівнює при нормуванні $1/(b-a)$.</p>

4	Гамма-розподіл	Двопараметричне сімейство абсолютно безперервних розподілів, що описуються залежністю: $f_x(x) = x^{k-1} \cdot \frac{e^{-\frac{x}{\theta}}}{\theta^k \cdot \Gamma(k)}$, $x \geq 0$, де $\Gamma(k)$ – гамма-функція Ейлера; θ , k – параметри гамма-розподілу.
---	----------------	--

Моделювання за методом Монте-Карло дає широке уявлення про можливі події під час реалізації проекту. Воно дозволяє судити не лише про те, що саме може відбутися в ході реалізації проекту, але і про те, яка ймовірність того чи іншого результату.

Можливості використання методів теорії ймовірності та математичної статистики при управлінні проектами можна проаналізувати стосовно методів управління проектами, що є зведенням знань

з управління проектами РМВоК (Project Management Body of Knowledge) [1].

Керівництво РМВоК дозволяє описати суть процесів управління проектами в термінах інтеграції між процесами, що розділені на п'ять груп, що називаються «групами процесів управління проектом» (табл. 4).

Таблиця 4 - Групи процесів управління проектом з методології РМВоК

№	Назва групи	Характеристика групи
1	Група процесів ініціації проекту	Складається з процесів, що сприяють формальній авторизації початку нового проекту
2	Група процесів планування проекту	Визначає та уточнює цілі та планує дії, необхідні для досягнення цілей та змісту, заради яких було зроблено проект
3	Група процесів виконання проекту	Об'єднує людські та інші ресурси для виконання плану управління проектом даного проекту
4	Група процесів моніторингу та управління проектом	Спрямована на регулярну оцінку прогресу проекту та здійснення моніторингу, щоб виявити відхилення від плану управління проектом, і, у разі потреби, провести коригувальні дії для досягнення цілей проекту
5	Група завершальних процесів за проектом	Формалізує приймання продукту, послуги або результату та підводить проект чи фазу проекту до правильного завершення.

Результати досліджень. Результати визначення та математичної статистики при управлінні проектами можливостей використання методів теорії ймовірності з методології РМВоК, наведено у табл. 5.

Таблиця 5 - Результати визначення можливостей використання методів теорії ймовірностей та математичної статистики при управлінні проектами з методології РМВоК

№	Методи теорії ймовірностей та математичної статистики	Групи процесів управління проектом з методології РМВоК				
		Група процесів ініціації проекту	Група процесів планування проекту	Група процесів виконання проекту	Група процесів моніторингу та управління проектом	Група завершальних процесів за проектом
1	Класичний метод (Визначення результатів по бінарному принципу «так» або «ні»)	+	+	+	+	+
2	Геометричний метод		+	+	+	
3	Метод оцінки ймовірності суми спільних подій		+		+	+
4	Метод оцінки ймовірності суми несумісних подій		+	+	+	
5	Метод ймовірності		+	+	+	

	добутку подій					
6	Метод визначення ймовірності повної групи подій	+	+	+	+	+
7	Метод Бернуллі		+		+	
8	Метод Байєса		+		+	
9	Метод однофакторного кореляційного аналізу	+	+	+	+	
10	Метод багатфакторного кореляційного аналізу	+	+	+	+	
11	Метод однофакторного регресійного аналізу		+	+	+	
12	Метод багатфакторного регресійного аналізу		+	+	+	
13	Метод коефіцієнтного аналізу	+	+	+	+	+
	Разом кількість використовуваних методів	5	13	10	13	4

Таким чином, методи теорії ймовірностей та математичної статистики при управлінні проектами з методології РМВоК найбільш потрібні при реалізації наступних груп процесів управління проектом: група процесів планування проекту, група процесів моніторингу та управління проектом.

Приклад результатів визначення можливостей моделювання за методом Монте-Карло процесів управління проектами з використанням груп процесів управління проектом з методології РМВоК наведено у табл. 6.

Таблиця 6 - Результати визначення можливостей моделювання за методом Монте-Карло процесів управління проектами використанням груп процесів управління проектом з методології РМВоК

№	Можливість моделювання за методом Монте-Карло	Групи процесів управління проектом за методологією РМВоК				
		Група процесів ініціації проекту	Група процесів планування проекту	Група процесів виконання проекту	Група процесів моніторингу та управління проектом	Група завершальних процесів з проекту
1	Імовірнісного представлення результатів	Визначення рівня ймовірності зацікавленості сторін проекту	Вірогідне надання результатів планування проекту	Вірогідне надання процесів виконання проекту	моніторингу та управління роботами проекту	закриття проекту
2	Графічне надання результатів	можливих варіантів зацікавлених сторін проекту	параметрів плану управління проектом	процесів виконання проекту	процесів моніторингу та управління роботами проекту	процесів закриття проекту
3	Аналіз чутливості	параметрів проекту до складу та ступеня участі зацікавлених сторін проекту	проекту до параметрів плану управління проектом	проекту до параметрів процесів виконання проекту	проекту до параметрів управління проектом	Процесів закриття проекту до параметрів проекту
4	Аналіз	реалізації	планів	процесів	процесів	закриття

	сценаріїв	проектів у залежності від зацікавлених сторін проекту	управління проектом	виконання проекту	моніторингу та управління проектом	проекту
5	Кореляція	інтересів сторін проекту	планів управління проектом	процесів виконання проекту	процесів моніторингу та управління проектом	процесів закриття проекту та закриття контрактів

Висновки. Таким чином, проведені дослідження показали, що ускладнення ринкових умов господарювання в умовах ринку, що динамічно розвивається, пред'являє все більш серйозні вимоги до складних процесів управління проектами, що призводить до активного використання методів моделювання в цілому та методів теорії ймовірності та математичної статистики.

Оскільки моделювання при управлінні проектами зазвичай здійснюється в декілька етапів, на яких уточнюються цілі управління, здійснюється постановка задач, конструюється модель, проводиться її теоретичний та (або) експериментальний аналіз на достовірність, здійснюється практична реалізація у рамках проекту, проводиться наступний аналіз отриманих даних, після чого (у разі необхідності) здійснюється коригування шляхом введення в модель додаткових факторів та даних, обмежень, критеріїв тощо, у цьому розгляді були оцінені можливості використання методів теорії ймовірності (включаючи: класичний метод, геометричний метод, метод оцінки ймовірності суми спільних подій, метод оцінки ймовірності суми несумісних подій, метод ймовірності твору подій, метод визначення ймовірності повної групи подій, метод Бернуллі, метод Байєса) та математичної статистики (включаючи: метод однофакторного кореляційного аналізу, метод багатфакторного кореляційного аналізу, метод однофакторного регресійного аналізу, метод багатфакторного регресійного аналізу, метод коефіцієнтного аналізу) стосовно методів управління проектами, які називаються зведенням знань з управління проектами РМВоК, що включає такі групи процесів управління проектом: група процесів ініціації проекту, група процесів планування проекту, група процесів виконання проекту, група процесів моніторингу та управління проектом, група завершальних процесів за проектом.

Показано, що методи теорії ймовірності та математичної статистики при управлінні проектами з методології РМВоК найбільш потрібні при реалізації наступних груп процесів управління проектом: група процесів планування проекту, група процесів моніторингу та управління проектом.

Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors

Некрасова Марія Володимирівна (Nekrasova Mariia) – кандидат технічних наук, доцент кафедри «Комп'ютерне моделювання процесів та систем» НТУ «ХП», тел.: (057) 707-64-54; e-mail: masha12dec@gmail.com

Список літератури:

1. Verzuh, E. The Fast Forward MBA in Project Management, Second Edition, 2nd Edition. The Portable MBA Series, John Wiley & Sons, Inc., Ltd 2005. 480 P.
2. Newton, R. Project Management. Step By Step. The Proven, Practical Guide To Running A Successful Project, Every, 2015.
3. Wells, K. N., & Kloppenborg, T. J. Project Management Essentials, Second Edition (Vol. Second edition). New York, NY: Business Expert Press, 2019. Retrieved from <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&site=eds-live&db=edsebk&AN=1918577>
4. Hunt, J. A., & Project Management Institute. PMI-ACP Project Management Institute Agile Certified Practitioner Exam Study Guide. Indianapolis: Sybex, 2018. Retrieved from <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&site=eds-live&db=edsebk&AN=1693203>
5. Whitty, S.J. and Schulz, M.F. THE_PM_BOK_CODE. - 20th IPMA World Congress on Project Management, 1, 466-472, 2006.

References (transliterated)

1. Verzuh, E. The Fast Forward MBA in Project Management, Second Edition, 2nd Edition. The Portable MBA Series, John Wiley & Sons, Inc., Ltd 2005. 480 P.
2. Newton, R. Project Management. Step By Step. The Proven, Practical Guide To Running A Successful Project, Every, 2015.
3. Wells, K. N., & Kloppenborg, T. J. Project Management Essentials, Second Edition (Vol. Second edition). New York, NY: Business Expert Press, 2019. Retrieved from <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&site=eds-live&db=edsebk&AN=1918577>
4. Hunt, J. A., & Project Management Institute. PMI-ACP Project Management Institute Agile Certified Practitioner Exam Study Guide. Indianapolis: Sybex, 2018. Retrieved from <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&site=eds-live&db=edsebk&AN=1693203>
5. Whitty, S.J. and Schulz, M.F. THE_PM_BOK_CODE. - 20th IPMA World Congress on Project Management, 1, 466-472, 2006.