

О. Гавриленко, В. Чимшир, Е. Жаріков, С. Теленик, О. Амонс

МЕТОД ФОРМУВАННЯ ПАКЕТІВ СЕРВІСІВ ЗА ДОПОМОГОЮ АЛГОРИТМІВ КЛАСТЕРИЗАЦІЇ

Анотація: У статті в рамках створення теоретичних основ платформи підтримки життєвого циклу сервісів в інформаційних системах провайдерів інформаційно-комунікаційних сервісів запропонований метод формування пакетів сервісів на основі використання алгоритмів кластеризації. Описана проблема формування пакетів сервісів для користувачів сервісів провайдера, виконано аналіз існуючих підходів, наведена формальна постановка задачі формування пакетів сервісів і описаний метод її розв'язання. Проведене експериментальне дослідження запропонованого методу розв'язання задачі формування пакетів сервісів.

Ключові слова: Платформа підтримки життєвого циклу сервісів, провайдер інформаційно-комунікаційних сервісів, кластеризація сервісів, алгоритм DBSCAN, коефіцієнт рангової кореляції Кендала, шкала Чеддока.

Вступ

Задача формування пакетів інформаційно-телекомунікаційних сервісів, які будуть надаватися користувачам на основі звернення до провайдера сервісів, наразі є актуальною для забезпечення конкурентоспроможності. Подібне групування дозволить значно спростити процес надавання сервісів як для користувача, так і для надавача.

Для розв'язання задачі формування пакетів інформаційно-телекомунікаційних сервісів істотне значення мають статистичні дані, зібрані в результаті надання сервісів користувачам за обраний період часу. У залежності від того, які статистичні дані є в наявності, для вирішення цієї задачі пропонується застосовувати набір методів статистичного та інтелектуального аналізу. Наразі авторами формувалися портфелі сервісів за допомогою асоціативних правил [1] та за допомогою коефіцієнтів подібності [2, 3] та за допомогою аналізу статистичної інформації [4].

У цій статті запропоновано концепцію нового підходу до формування пакетів інформаційно-телекомунікаційних сервісів за допомогою розв'язання задачі кластеризації.

Сервісний підхід до підтримки бізнес-процесів і прийняття рішень в компаніях, організаціях, на підприємствах

В умовах сьогодення розвиток ІТ-галузі скеровується у напрямі розв'язання проблем бізнесу. Керівники компаній, підприємств, організацій, керівники бізнес-

підрозділів вимагають від ІТ-служб конкретних рішень, спрямованих на досягнення бізнес-цілей цих суб'єктів господарювання.

Крім того, за керівниками ІТ-служб залишається їх традиційні обов'язки – власне вирішення технічних, технологічних, програмних та інших проблем інформатизації їх компаній, підприємств, організацій.

Значення ІТ-підрозділів бізнес-компаній у забезпеченні ефективності діяльності цих суб'єктів господарювання зростає. Не вчасна і не ефективна підтримка виконуваних бізнес-процесів, прийняття рішень на всіх рівнях управління призводять до втрат. Відповідно зростають вимоги до програмного забезпечення і технологій, які підтримують бізнес-процеси, процеси прийняття рішень. При цьому залишається традиційне бажання бізнес-підрозділів компаній отримувати підтримку від ІТ-служб з найменшими затратами.

У таких умовах інформаційні системи компаній, їх інфраструктура ІТ повинні постійно змінюватися. Ці зміни набули сталого характеру і саме вони сьогодні визначають значною мірою розвиток ІТ-служб компаній. Змінність зовнішніх умов вимагає набуття нових внутрішніх якостей, удосконалення діяльності, орієнтованої на потреби користувачів з метою збереження достатнього рівня рентабельності.

Концептуальний підхід до вирішення проблем інформатизації компаній, підприємств, організацій призвів до впровадження сервісного підходу. Значна частина підтримки бізнес-процесів, прийняття рішень надається у вигляді сервісів. Сервіси за моделлю E2E забезпечують проектування, реалізацію, підтримку і розвиток ІС підприємств провайдером інформаційно-комунікаційних сервісів. Підприємства можуть частину вимог реалізувати як зовнішні сервіси, а частину вимог – як внутрішні сервіси своєї ІТ-служби.

Але виникає проблема підтримки сервісного підходу. У праці [5] автори запропонували концепцію платформи підтримки життєвого циклу сервісів. Можливості вирішення проблеми породжує власне розвиток галузі ІТ. Консолідація ІТ-ресурсів компаній в центрах оброблення даних, розвиток відповідних моделей надання ресурсів (IaaS, SaaS, PaaS та ін.), поява архітектур, орієнтованих на розроблення, надання і взаємодію рішень, хмарні обчислення заклали основу для нового кроку консолідації – на цей раз ІТ-компанії в умовах існування глобальної інфраструктури беруть на себе зобов'язання не тільки створення рішень для бізнесу, але й розроблення, підтримку і розвиток ІС компаній. І основою нового рівня співпраці бізнес-компаній з ІТ-компаніями є сервісний підхід.

Але з'явилися не тільки нові моделі сервісів, сформувалася спільнота провайдерів, які надіють бізнес-компаніям надзвичайно широкий спектр сервісів. Сформувалася потреба в технологіях, які в нових умовах підтримують усі етапи

життєвого циклу сервісів, забезпечуючи досягнення, як своїх цілей, так і цілей замовників – бізнес-компаній. Розроблення таких технологій в умовах, коли бізнес-процеси і прийняття рішень в бізнес-компаніях підтримуються за рахунок організованих сукупностей закуплених і власних застосувань, широкого спектру сервісів в умовах співіснування глобальних і корпоративних інфраструктур перетворюється у комплексну проблему великих розмірів.

Рятівна декомпозиція ставить перед ІТ-службами низку простіших проблем, викликаних потребою пристосуватися до нових умов, однією з яких є проектування сервісів. Ринковий характер стосунків бізнес-компаній і провайдерів інформаційно-комунікаційних сервісів визначив важливість попереднього вирішення проблеми формування пакетів сервісів в інформаційних системах провайдерів інформаційно-комунікаційних сервісів. Вирішенню саме цієї проблеми присвячена стаття.

Проблема формування пакетів сервісів в інформаційних системах провайдерів інформаційно-комунікаційних сервісів

Провайдерів інформаційно-комунікаційних сервісів сьогодні включають до грона компаній, що надають сервіси. Звичайно основою такого визначення є використання заперечення – це компанії, які не продають продукти чи товари. Хоча термін сервіс здається зрозумілим і використовується в багатьох дослідженнях, багато фундаментальних питань проектування, комбінування, реалізації та надання сервісів залишаються без відповіді. Наприклад, які складові сервісу та які фактори впливають на створення цінності в системах надання сервісів провайдера інформаційно-комунікаційних сервісів?

У концепції проектування та комбінування сервісів відсутня чітка теоретична основа, яка б надавала відповідну методологію, структурувала моделі і методи, якими системи сервісів створюють цінність, що зрештою дозволить розробити клас інформаційних систем або пакетів сервісів, орієнтованих на сервіси.

Існує багато типів сервісів, які можна надавати, і відповідних класифікацій. Так, одна із прийнятих класифікацій [6] поділяє сервіси на: пакети (packages); налаштування (customization); зв'язок із клієнтами (customer contact).

Є специфічні проблеми, пов'язані з керуванням сервісами у різних галузях і класах сервісів, але є загальні проблеми. Так, важлива для провайдерів інформаційно-комунікаційних сервісів проблема формування пакету сервісів є досить поширеною і актуальною, оскільки пакети сервісів використовуються практично у всіх галузях.

Пакет сервісів звичайно визначається як набір сервісів, які провайдер інформаційно-комунікаційних сервісів пропонує разом як цілісну пропозицію для клієнтів, і потім проектує, реалізує, надає як комплексний сервіс. Тобто, пакет сервісів

становить набір окремих сервісів (їх ми будемо називати базовими сервісами, які пропонує провайдер), який є вигідним з точки зору оцінювання бізнес-пропозиції, яку провайдер просуває на ринку, оскільки уможливорює поєднання функціональних і нефункціональних аспектів з точки зору вимог компанії-клієнта в цілому. Тут виникає додаткова управлінська проблема, яка полягає у визначенні пакетів сервісів, оцінюванні їх функціональних, нефункціональних, вартісних характеристик, просуванні пакетів сервісів на ринку, проектуванні і реалізації комплексного сервісу, наданні цього сервісу і накопичуванні статистики для прийняття більш зважених рішень в майбутньому.

Але вигоди від виділення описаних вище процесів перевищують втрати. Використання адекватних методів аналізу, оцінювання, прогнозування, генерування, вибору і обґрунтування найбільш прийнятних варіантів рішень щодо пакетів сервісів дозволить говорити про оптимізацію параметрів пакетів і їх реалізації, оптимальне використання ресурсів для їх надання комплексних сервісів.

Вирішення цих проблем сприяє успішному впровадженню сервісного підходу, оскільки зазначена оптимізація базується на відстеженні загальних і галузевих тенденцій, аналізі ринку, ефективній скоординованій взаємодії сервісів. Це дозволяє забезпечити взаємну вигоду провайдеру і компаніям-клієнтам причому з врахуванням доцільних параметрів угоди про рівень обслуговування (SLA), забезпеченням визначеного QoS, безпеки і довіри, наданням здатності до самоуправління і самоорганізації та ін.

Угода SLA – це контракт між провайдером сервісів і користувачами різного рівня в організації, у якому визначені показники, за якими оцінюються надавані сервіси, а також штрафи, якщо очікуваний рівень обслуговування не буде досягнутий. Вона сприяє скороченню обсягу робочого графіка на основі сервісів ІТ-підтримки та перекладанню всіх проблем бізнесу, пов'язаних з ІТ, постачальнику сервісів.

Отже, визначена розвитком ІТ-галузі орієнтація ІТ-служб на проблеми бізнес-підрозділів, як і все більша концентрація провайдерів на бізнес-проблемах корпоративних клієнтів сьогодні базуються на сервісному підході. Це вимагає підтримки всіх процесів, пов'язаних з наданням сервісів, зокрема управління життєвим циклом сервісів на умовах реалізації міжсервісної взаємодії з урахуванням SLA, забезпеченням обумовленого рівня обслуговування користувачів, визначеного в термінах потреб бізнесу; забезпечення необхідних для надання сервісів ресурсів і управління ними та ін.

І вирішення проблеми формування пакетів інформаційно-телекомунікаційних сервісів набуває важливого значення як передумова проектування ефективних комплексних сервісів – центрального етапу життєвого циклу сервісів, на якому

інтегруються бізнесові аспекти, функціональні і нефункціональні вимоги, потенційні можливості провайдера і потреби клієнта, ресурсні і технологічні обмеження.

Зростає інтерес до проектування сервісів, з'являються дослідження, спрямовані на проектування сервісів за підтримки інформаційних технологій (ITeS) і пов'язані з цим проблеми розроблення відповідних формальних мов, моделей і методів.

Аналіз існуючих підходів

Сервіси та композиції сервісів привертають все більше уваги в ІТ-сфері та дослідницькому співтоваристві. Теоретичні основи проектування сервісів, їх гетерогенна природа та вплив на проектування систем і програмного забезпечення наведені у дослідженні [7]. Запропонована у [7] система моделювання, проектування, раціонального дизайну та візуалізації сервісів покращує управління, сприяє інноваціям, надає потужні професійні інструменти впливу на стратегію розвитку бізнесу, о забезпечує надання сервісам відповідної позиції та ваги в контексті будь-якого суб'єкта ринку.

У [8] запропонована сервісна перспектива інформаційних технологій для керування усіма службами в області обробки, надання та управління інформацією, у тому числі при аутсорсингу сервісів. При цьому управління ІТ, як портфелем сервісів, забезпечує досягнення бізнес-цілей для забезпечення необхідних інвестицій у ІТ. Запропоновано нові організаційні моделі та структури сервісів. Зазначається, що користувачі при цьому відіграють важливу роль у виконанні сервісів оброблення, надання та управління інформацією.

Автори праці [9] пропонують замінити взаємодію інформацією, як принцип, який об'єднує різні типи взаємодії клієнта з сервісом щоразу, коли інформація, необхідна для створення цінності в системі обслуговування, накопичується поступово через людську або автоматизовану взаємодію з клієнтом. Пропозиція авторів полягає у використанні практик в галузі інформатики, штучного інтелекту, інтелектуального аналізу даних, машинного навчання та проектування інформаційних систем, щоб забезпечити міждисциплінарну стійкість запропонованої концептуальної методології. Визначено, що постачальникам сервісів та автоматизованим системам обслуговування потрібні такі підсистеми, як менеджер моделі обслуговування, менеджер моделі клієнта, менеджер системи рекомендацій, система навчання, система моніторингу сервісів, що забезпечить створення ефективних варіантів дизайну пакету сервісів та оцінку цінності системи надання сервісів.

Проектування або дизайн сервісів відноситься до класу міждисциплінарних задач, таких як управління сервісами, маркетинг, інформаційні системи та дизайн взаємодії. У праці [10] запропоновані спеціальні методи і моделі, які інтегрують внески

здіяних дисциплін, а саме запропоновано методологію проектування і реалізації сервісів, що має назву дизайн наукових досліджень (англ. Design Science Research, DSR). Спираючись на моделі і методи цієї методології, у цій праці пропонується використовувати такі характеристики дизайну сервісів, як мультидисциплінарність, орієнтація на людину та креативність для подальшого покращення процесу проектування сервісів.

У праці [11] пропонується фреймворк, який базується на розробленій теоретичній основі та передовій галузевій практиці, для застосування до ІТ-обладнання в компаніях, які не мають системи SLA у середовищі підтримки ІТ-сервісів. На відміну від існуючих підходів SLA мають кілька обмежень, включаючи стратегію ціноутворення, обробку інцидентів і документацію, що призвело до появи більш «спеціалізованого» підходу, запропонованого в праці [11], для вибору апаратного забезпечення SLA на основі місії та бачення організації.

У праці [6] зазначено, що розробка сервісів та їх комбінацій стає дедалі складнішою, оскільки вони являють собою не тільки технологічні рішення, але й організаційно-технічні, у яких сервіси розробляються та надаються з використанням усіх доступних засобів для реалізації цінності як для постачальників, так і для користувачів сервісів. Спираючись на різні способи повторного використання, заміни або зміни елементів сервісу, автори праці [6] пропонують нові підходи для підтримки дизайну модульних сервісів, що дозволить компаніям пропонувати більше різноманітних сервісів, покращити гнучкість, спростити складні системи, підвищити якість їх надання та зекономити кошти. Запропоновано концепцію принципів проектування та метод модульного проектування сервісів для ефективного проектування модульних сервісів, що спирається на узагальнювані керівні принципи проектування та абстракції, які можна застосовувати для розробки рішень, пов'язаних із сервісами та їх комбінаціями. Завдяки дослідженню галузевих практик автори розробили еталонні принципи проектування та набір пріоритетних принципів проектування для модульного проектування сервісів. Досліджено, як різні елементи дизайну пакету сервісів або комбінації атрибутів сервісу впливають на результат обслуговування. Результати можна використовувати в тандемі з підходом до модульного сервісу; розробники та постачальники можуть переглянути кожен модуль служби та оцінити, наскільки добре він підтримує відповідний ІТ-сервіс. Це дозволяє точніше визначити області розвитку та слабкі місця в їхніх концепціях обслуговування та системах надання на рівні сервісу або набору сервісів, щоб покращити досвід обслуговування клієнтів та розробити кращі сервіси.

Дослідження, виконане авторами праці [12], визначає мікрорівневі механізми для створення цифрових сервісів, які забезпечують спільне створення цінності між

постачальником сервісів і клієнтами. На основі 113 детальних сходинкових інтерв'ю, проаналізованих за допомогою інтерпретаційного структурного моделювання, автори доводять, що механізми спільного створення вартості відрізняються між типами цифрових сервісів «бізнес-бізнес» і «клієнт-клієнт». Визначено п'ять механізмів підтримки спільного створення цінностей у розробці цифрових сервісів, а саме соціальне використання, орієнтація на клієнта з можливістю прийняття рішень, досвід обслуговування, контекст використання сервісу та цінності клієнта, які дозволяють компаніям, що їх впровадили, покращити обслуговування своїх клієнтів.

Формальна постановка задачі формування пакетів сервісів

Нехай у каталозі провайдера пропонується на вибір клієнтів k базових сервісів $S_j, j \in [1, k]$.

У базах даних провайдера накопичена інформація, на основі якої можна сформулювати за певний період множини угод $U_i, i \in [1, n]$, в яких визначені умови надання клієнтам сервісів, в тому числі перелік базових сервісів, нефункціональні вимоги, час надання, ціна, вартість.

На основі накопичених в базах даних провайдера даних можна формувати різноманітні вибірки вигляду $X = \| x_{ij} \|$, де $x_{ij} = 1$, якщо базовий сервіс S_j надається за умовою $U_i, i \in [1, n]$, або $x_{ij} = 0$, якщо базовий сервіс S_j не надається за умовою $U_i, i \in [1, n]$.

Необхідно прийняти рішення щодо доцільності формування пакетів інформаційно-телекомунікаційних сервісів на основі аналізу вибірок вигляду матриць X .

Описання методу розв'язання задачі формування пакетів сервісів

Перейдемо до описання запропонованого методу.

Ідея методу полягає у тому, щоб на основі статистичних даних про надання інформаційно-телекомунікаційних сервісів розв'язати задачу кластеризації і потім кожний отриманий кластер рекомендувати відповідним службам провайдера як пакет інформаційно-телекомунікаційних сервісів.

Алгоритм:

Крок 1. На вхід подаються статистичні дані вигляду матриць X , представлених таблицями 1 та 2.

У табл. 1 рядки відповідають угодам, а стовпці - базовим сервісам. При цьому, якщо на перетині рядка i і стовпця j знаходиться 1, це означає, що базовий сервіс S_j надавався за умовою U_i , якщо 0, то базовий сервіс S_j не надавався за умовою U_i .

Крок 2. За допомогою алгоритму DBSCAN [13] виконується кластиризація даних. Алгоритм DBSCAN дозволяє проводити кластеризацію без попереднього задавання кількості кластерів, що унеможливує штучне зменшення кількості множин сервісів, які можна рекомендувати для створення пакетів інформаційно-телекомунікаційних сервісів

Таблиця 1. Фрагмент статистичних даних. Вміст сервісу

	1	j	k
1	1	...	1
i
n	1	...	0

Крок 3. З метою перевірки якості кластеризації, між парами сервісів, які входять до одного кластеру, обчислити коефіцієнт рангової кореляції Кендала [14]. Рангова кореляція використана оскільки є необхідність враховувати порядок днів, в які замовлявся той чи інший сервіс. Якщо Сервіс 1 замовлялася припустимо в 1.09, а Сервіс 2 замовлялася припустимо 5.10 поточного року, то між замовленням цих сервісів навряд чи існує прихована закономірність.

Таблиця 2. Замовлення сервісів за період часу [4]

No.	1	2	3	4	5	8	9	10	11	12	13	15	16	17	18
1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
2	1	0	1	0	1	0	0	1	2	1	0	0	1	3	0
3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1
4	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	3	0	7	7	0	0	0	0	4	0	0	1	0	6	0
6	2	2	3	0	0	0	3	2	4	2	0	1	4	5	2
7	1	2	0	0	0	2	0	0	0	0	1	1	1	0	2

Крок 4. Якщо значення парних коефіцієнтів кореляції більше 0.7, що відповідає сильному чи дуже сильному кореляційному зв'язку згідно шкали Чеддока, то вважаємо, що в один кластер попали сервіси, які мають між собою сильний чи дуже сильний зв'язок.

Крок 5. Встановлюємо значущість кореляційних зв'язків між парами сервісів в межах кожного кластеру. Для цього використовується статистичний критерій про значущість коефіцієнту рангової кореляції Кендала. Дана перевірка проводиться з метою запобігання ситуацій, коли наприклад Сервіс 1 замовив користувач А, а Сервіс 2 замовив користувач Б. Обидва сервіси замовлялися в один і той самий день. Тоді між цим двома сервісами буде присутній кореляційний зв'язок, але він не буде значущим. Тобто немає підстав рекомендувати зазначені сервіси до додавання у пакет інформаційно-телекомунікаційних сервісів.

Крок 6. Якщо між всіма сервісами в межах одного кластеру існує кореляційний зв'язок, який є сильним (дуже сильним) та значущим, то зазначені сервіси можна рекомендувати для формування пакету інформаційно-телекомунікаційних сервісів. Якщо виникатимуть сервіси, де кореляційний зв'язок не є сильним за Чеддоком, то питання формування нового пакету варто винести на розгляд Особи, що приймає рішення.

Крок 7. Рекомендується також провести оцінку доцільності впровадження кожного з сформованих пакетів інформаційно-телекомунікаційних сервісів. Для цього необхідно також мати статистичні дані про вартість кожного сервісу та витрати на його надання (якщо такі існують).

Підхід до визначення доцільності впровадження сервісів за допомогою обчислення вибіркового середнього та вибіркового середнього квадратичного відхилення наведено в роботі [15].

Висновки

Даний підхід дозволить більш персоналізовано формувати пакети інформаційно-телекомунікаційних сервісів для кожного клієнта. Але варто зазначити, що підхід носить рекомендаційний характер і остаточне рішення щодо доцільності впровадження портфелю сервісів приймає ОПР. Даний підхід ґрунтується на поєднанні методів статистичного та інтелектуального аналізу. Коректність отриманих результатів гарантується використанням класичних методів та підходів. Підхід є досить універсальним і може бути застосований для формування пакетів сервісів в інших галузях.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Gavrilenko, O., Khomenko, O., Zhurakovska, O., Kohan, A., Piskun, A., Khalus, O. (2022). Application of association rules for formation of public (administrative) services portfolio. *Advanced Information Systems*, 6 (4), 63-68. doi: <https://doi.org/10.20998/25229052.2022.4.09>.
2. О. Гавриленко, О. Жураковська, А. Коган, Н. Богданова, О. Хоменко. (2023). Аналіз впливу коефіцієнтів подібності на склад портфелів публічних (адміністративних) сервісів. *Адаптивні системи автоматичного управління*, 1 (42), 49-58. doi: <https://doi.org/10.20535/1560-8956.42.2023.279089>.
3. Gavrilenko, O., Khomenko, O., Zhurakovska, O., Kohan, A., Matviichuk, R., Piskun, A., Khavikova, Y. (2023). Establishing the grouping principle of public services based on the analysis of similarity coefficients. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3 (3!(123)), 22–29. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.280218>.
4. Gavrilenko, O., Zhurakovska, O., Kohan, A., Matviichuk, R., Piskun, A., Khavikova, Y. and Khalus, O. (2022), The principle for forming a portfolio of public services based on the analysis of statistical information, *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, No 3 (3 (117)), pp. 57–64, doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.260136>.
5. Чимшир, В., Теленик, С., Ролік, О., & Жаріков, Е. (2023). Платформа підтримки життєвого циклу сервісів в інформаційних системах провайдерів інформаційно-комунікаційних сервісів. *Адаптивні системи автоматичного управління: міжвідомчий науково-технічний збірник*, 2023, № 1 (42).

6. Tuunanen, T., Salo, M., & Li, F. (2023). Modular service design of information technology-enabled services. *Journal of Service Research*, 26(2), 270-282.
7. Lynn Shostack, G. (1982). How to design a service. *European journal of Marketing*, 16(1), 49-63.
8. Peppard, J. (2003). Managing IT as a Portfolio of Services. *European Management Journal*, 21(4), 467-483.
9. Glushko, R. J., & Nomorosa, K. J. (2013). Substituting information for interaction: a framework for personalization in service encounters and service systems. *Journal of Service Research*, 16(1), 21-38.
10. Teixeira, J. G., Patrício, L., & Tuunanen, T. (2018). Bringing design science research to service design. In *Exploring Service Science: 9th International Conference, IESS 2018, Karlsruhe, Germany, September 19–21, 2018, Proceedings 9* (pp. 373-384). Springer International Publishing.
11. Ahmad, A. A., Arshah, R. A., Kamaludin, A., Ngah, L., Bakar, T. A., & Zakaria, M. R. (2020). Adopting of Service Level Agreement (SLA) in enhancing the quality of IT hardware service support. *International Journal of Synergy in Engineering and Technology*, 1(1).
12. Tuunanen, T., Lumivalo, J., Vartiainen, T., Zhang, Y., & Myers, M. D. (2023). Micro-Level Mechanisms to Support Value Co-Creation for Design of Digital Services. *Journal of Service Research*, 10946705231173116.
13. Ester, Martin; Kriegel, Hans-Peter; Sander, Jörg; Xu, Xiaowei (1996). Simoudis, Evangelos; Han, Jiawei; Fayyad, Usama M. (eds.). A density-based algorithm for discovering clusters in large spatial databases with noise. *Proceedings of the Second International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining (KDD-96)*. AAAI Press. pp. 226–231.
14. Kendall, M. (1938). A New Measure of Rank Correlation. *Biometrika*. 30 (1–2), 81–89. doi:10.1093/biomet/30.1-2.81.
15. Gavrilenko O., Zhurakovska O., Khomenko O.. ANALYSIS OF THE FEASIBILITY OF IMPLEMENTING SERVICE PORTFOLIOS. The XXVIII International Scientific and Practical Conference «Unusual methods of development of science and thoughts» , July 17 – 19, Madrid, Spain. 182 p. Available at: <https://eu-conf.com/ua/events/unusual-methods-ofdevelopment-of-science-and-thoughts/>.