



аналіз. Для побудови сценаріїв майбутнього використовуються методи прогнозного графа, “дерева рішень”, метод когнітивного моделювання. Найбільш відомими методами багатокритеріального аналізу є МАІ і МАМ, метод Парето-оптимальних рішень.

**Ключові слова:** передбачення, державне управління, бібліометричний аналіз, експертні панелі, сценарний аналіз, багатокритеріальний аналіз.

**Постановка проблеми у загальному вигляді.** Одним з напрямків публічного управління є менеджмент, заснований на вимогах його ефективності, економічності та результативності. Це означає необхідність проведення аналізу, прогнозування, передбачення і прийняття на цій основі рішень, що забезпечують досягнення поставлених цілей.

У сфері публічного управління такі рішення повинні прийматися на підставі знань про довгострокові тенденції, обумовлених появою факторів, які через їх новизну і нетрадиційність стають ключовими в умовах, коли держава працює над зміною шляхів свого розвитку.

До числа цих факторів в сучасному світовому розвитку відносять глобалізацію економіки, зменшення природних запасів, боротьбу за економічні ринки, погіршення екологічного та кліматичного стану планети й ін. Досить часто перераховані фактори характеризуються немонотонними процесами, так як в них можуть бути присутніми різного роду стрибкоподібні зміни, що призводить до появи невизначеностей і ризиків.

Це ускладнює вирішення завдань державного управління, планування з використанням, так званих, методів «кількісного прогнозування» (forecast).

Тому в сучасних умовах все більш актуальною стає нова задача – репрезентувати майбутнє, яке не може інтерпретуватися як звичайне продовження минулого, пов’язаного з тим, що було відомо в минулому [51]. Зазначена проблема отримала назву передбачення (від англ. «Foresight» – погляд в майбутнє).

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** До теперішнього часу Форсайт сформувався як самостійний науково-практичний напрямок, принциповою відмінністю якого від колишньої практики вирішення задач прогнозування є те, що використовувані методи мають, як правило, не кількісний, а якісний характер [52]. Слід зазначити, що за даними ЮНІДО, головного координатора застосування методології Форсайту, національні програми по передбаченню здійснюють понад 40 країн світу.

На сьогоднішній день з проблематики Форсайт-досліджень опубліковано багато сотень статей і видано кілька десятків книг, однак на думку авторів, заснованій на огляді літературних джерел, які наведені в списку літератури, можна вказати на ряд складнощів:

- ✓ явно недостатнє число публікацій, які в повному обсязі розкривають методологію Форсайту. В даному плані можна, мабуть, посилатися на роботу [36];

- ✓ цілий ряд публікацій [1, 3, 5, 8, 12, 54 та ін.] присвячений розгляду окремих аспектів Форсайту і носять прикладний відомчий характер;

- ✓ недостатньо розкриті питання аналізу функціональних можливостей методів Форсайту, їх переваг і недоліків. Тут можна посилатися на роботу [7].

Формулювання цілей статті (постановка завдання). Метою роботи є огляд та систематизація ключових аспектів, принципів і методів проведення Форсайт-досліджень, які можуть бути використані в публічному управлінні.

### **1. Загальна характеристика основних аспектів, принципів і методів Форсайт-досліджень.**

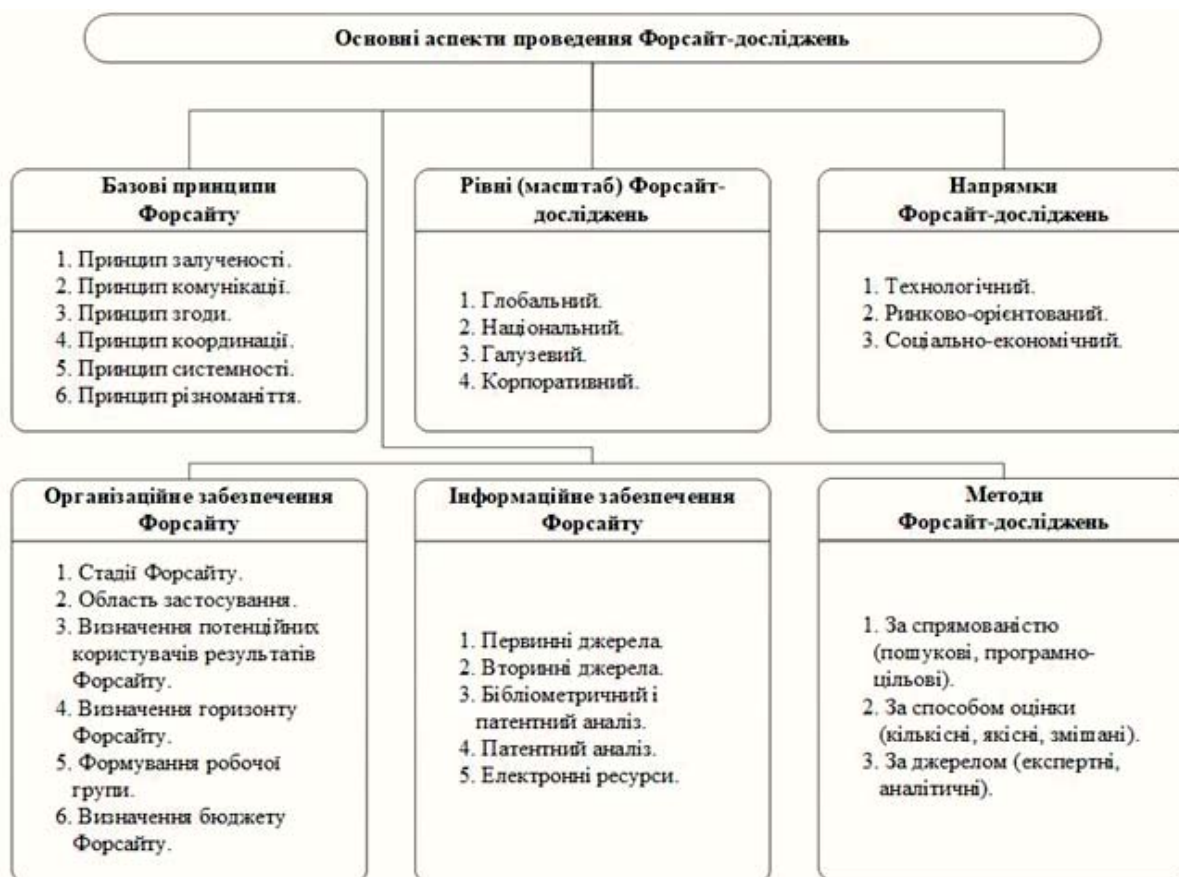
Аналіз цілого ряду публікацій [4, 7, 8, 9, 14, 34, 53], присвячених методології Форсайту, Форсайт-дослідженням, Форсайт-технологіям та ін., дозволив систематизувати ряд аспектів, що характеризують сучасний стан цього наукового напрямку і представити у вигляді структурної схеми (рис. 1). Перш за все, як впливає з робіт [10, 50], методологія Форсайту базується на ряді принципів:

- принцип залучення полягає в залученні до участі у Форсайт-заходах представників держави та бізнесу, наукового співтовариства й експертів різних науково-технічних напрямків;
- принцип комунікації полягає в організації мережевої взаємодії учасників у процесі Форсайт-заходів;
- принцип узгодженості полягає в необхідності злагодженої роботи всіх учасників Форсайту, спрямованої на досягнення консенсусу у різноманітні поглядів, експертних оцінок і вироблених сценаріїв майбутнього науково-технічного розвитку;
- принцип координації полягає в необхідності врахування економічних і соціальних змін в процесі визначення пріоритетів науково-технічного розвитку, а також в оцінці їх впливу на соціально-економічний розвиток;
- принцип системності передбачає організацію процесу Форсайту на основі структурування різноманіття експертних оцінок і думок;
- принцип різноманіття – це властивість різнорідності, мінливості і несхожості, яке відповідає сучасним вимогам розвитку інноваційних систем з урахуванням змін зовнішнього середовища.

Форсайт-дослідження можуть проводитися на різних рівнях інноваційних систем [44]:

- глобальному – Форсайт-дослідження транснаціональних корпорацій;
- національному – Форсайт-дослідження пріоритетних областей і напрямків науково-технічного розвитку національної інноваційної системи;
- галузевому – Форсайт-проекти, які реалізуються із залученням ключових учасників однієї галузі і / або суміжних галузей;
- корпоративний – Форсайт-проекти, які здійснюються високотехнологічною компанією.

У своєму розвитку методологія Форсайт-досліджень протягом останніх десятиліть зазнало цілого ряду змін, які виражаються в розширенні досліджуваних областей і кола учасників [10]. На даний момент існують наступні напрямки Форсайт-досліджень.



*Рис. 1.* Основні аспекти, принципи і методи Форсайт-досліджень.

Перше покоління Форсайту розвивалося стосовно прогнозу технологічного розвитку, яке ґрунтувалося на аналізі внутрішньої динаміки розвитку технологій вузьким колом експертів.

Друге покоління Форсайт-досліджень отримало ринкову орієнтованість, в основі якої стоїть мета ув'язки технологічних прогнозів з їх впливом на конфігурацію і обсяг майбутніх ринків попиту й збуту. В даному випадку до складу Форсайт-проектів включаються представники наукового та виробничого секторів.

Третє покоління Форсайт-досліджень характеризується значним розширенням кола учасників, а також параметрів і змін (включаючи науку і технологію, економіку і політику, соціальну сферу, захист навколишнього середовища, етичні та соціально-психологічні аспекти), щодо яких здійснюються спроби передбачення.



Організаційне забезпечення Форсайт-досліджень починається з розуміння того, що вони проходять три стадії: Предфорсайт (Pre-foresight Stage), стадію власне Форсайту (Foresight Stage) і стадію Постфорсайту (Post-foresight stage) [44].

Перша стадія Форсайту (Предфорсайт) характеризується тим, що ініціатори проведення Форсайту (Stakeholders) і користувачі його результатів (Users) визначилися з цілями і завданнями організації передбачення і джерелами його фінансування. На другій стадії – власне Форсайті задіюються всі сформовані організаційні інститути, працюють експерти, ведуться опрацювання, готуються документи, отримані в результаті обговорень, проведення семінарів, узагальнень проведених досліджень. В рамках виконання третьої стадії Форсайту (Постфорсайт) проводиться моніторинг виконання виділених сценаріїв передбачення, при необхідності проводяться повторні етапи досліджень, проводиться верифікація очікуваних подій.

Як правило, будь-яке Форсайт-дослідження починається з виділення області застосування (Scope), яка є найважливішим аспектом організації формування технології передбачення. Область використання інструментарію Форсайту включає наступні моменти [44]:

- окреслення ключових питань для сфери застосування Форсайту;
- вибір виду Форсайту;
- обґрунтування вибору інститутів, які беруть участь в проведенні Форсайту;
- вироблення плану його формування.

Далі визначається коло потенційних користувачів результатами проведення Форсайту, які представлені в табл. 1, запозиченої з роботи [42].

Найважливішим елементом застосування Форсайту є визначення горизонту Форсайту (Time horizon), який представляє проміжок часу, на який орієнтується фіксація результатів передбачення або активного прогнозу. Виділяються дві основні часові межі: 20-30 років для процесів, які змінюються з тривалим циклом обороту, і 2-5 років для процесів, які змінюються з незначним оборотом [1].

**Можливі користувачі результатами  
Форсайт-досліджень [42]**

<b>Тематичні</b>	<b>Корпоративні</b>	<b>Територіальні</b>
1. Політичні діячі. 2. Університети. 3. Науково-дослідні організації. 4. Галузі економіки.	1. Політичні діячі. 2. Галузі економіки. 3. Торговельні палати. 4. Малий бізнес. 5. Корпорації.	1. Політичні діячі. 2. Регіональні асоціації і об'єднання. 3. Партії.

Після прийняття рішення про проведення Форсайт-досліджень формується керуючий комітет (Steering committee), який визначає цілі, основні аспекти, методологію, робочу програму дій, стратегію і комунікації таких досліджень. Затверджується склад робочої групи, яка складається з експертів, формує область використання інструментарію Форсайту.

Важливим організаційним аспектом проведення Форсайт-досліджень є визначення фінансових витрат, які можуть бути державними, приватними і змішаними в формі фінансових проєктів (Project financing) [54].

Фактором, що істотно впливає на ефективність проведення Форсайт-досліджень, є інформаційне забезпечення, що формується на основі аналізу значних обсягів різномірної науково-технічної інформації (НТІ) з наступною побудовою баз інформаційних ресурсів. При цьому вирішується два завдання: пошук джерел НТІ та визначення інструментів її аналізу. До числа перспективних джерел НТІ на думку авторів роботи [15] відносяться наступні:

1. Джерела первинної НТІ: наукові статті, дисертаційні роботи; монографії, доповіді на конференціях, рекламні матеріали, презентації та інформаційні буклети різних організацій.

2. Джерела вторинної НТІ: аналітичні огляди і дайджести, реферативні видання та каталоги нових публікацій. В якості інструментальних засобів, призначених для аналізу НТІ автори тієї ж роботи [15] пропонують такі: огляд літературних джерел,

експертні опитування, інтелектуальна обробка даних з вирішенням завдань кластеризації джерел, бібліометричний аналіз (на основі показників цитування), патентний аналіз і цілий ряд інших.

Важливим аспектом Форсайт-досліджень є коректний вибір і застосування інструментальних методів в залежності від рівня і спрямованості передбачення. З цією метою автор роботи [10] пропонує наступну класифікацію методів Форсайту:

1. За спрямованістю (пошукові та програмно-цільові методи). Характерними прикладами таких методів є методи Дельфі, дерева цілей, екстраполяції трендів, морфологічний аналіз та ін.

2. За способом оцінки (кількісні, якісні і змішані методи). Серед них широко використовуються статистичний аналіз, екстраполяція, побудова сценаріїв, мозковий штурм та ін.

3. За джерелом (експертні методи, аналітичні методи). Тут отримуємо поширені методи експертних оцінок, метод Дельфі, аналіз перехресних взаємодій, побудова сценаріїв, статистична інформація, огляди та звіти організацій про технологічний розвиток і т.д.

Типологія методів Форсайту представлена у роботі [39] і налічує 31 метод, хоча на практиці за різними оцінками [37, 53] середньостатистичний Форсайт-проект передбачає комбіноване використання 5-6 методів. Так, в роботі [53] представлені результати аналізу 900 реалізованих проєктів Форсайту, який дав можливість виявити найбільш часто застосовувані методи: аналіз літератури (477), експертні панелі (440), сценарії (372), інші методи (157).

Підтвердженням цього є результати виконання 755 Форсайт-проектів, в яких лідируючу методологічну трійку склали ті ж методи: огляд літератури, експертні панелі і сценарії [36]. Автори вважають, що до складу перерахованих методів повинні обов'язково входити методи багатокритеріального аналізу. Це пояснюється тим, що, наприклад, сценарії представляють собою багатокритеріальні і багатоальтернативні методи, що характеризують можливий розвиток передбачуваних проблем, і мають кінцевою метою формування рекомендацій для осіб, які приймають рішення.

Далі в тексті статті всі ці методи будуть розглянуті більш детально.



## 2. Інформаційне забезпечення Форсайт-досліджень.

Поряд з вивченням науково-технічної інформації (НТІ) для формування інформаційної платформи Форсайт-досліджень широко використовуються методи бібліометричного аналізу, патентного аналізу і електронні ресурси (рис. 2). До числа ключових методів бібліометричного аналізу відносять такі:

- індекс цитування – відношення кількості посилань на статті автора до кількості публікацій, які були зроблені за певний проміжок часу;
- індекс Хірша або h-індекс ґрунтується на кількості публікацій і кількості цитувань матеріалів з цих публікацій;
- імпакт-фактор – показник значущості або відношення кількості цитувань статті, опублікованій в журналі, до всіх статей журналу, опублікованих за два попередні роки;
- індекс оперативності – показник того, наскільки швидко стають відомі статті автора, опубліковані в журналі.



Рис. 2. Структура методів і засобів формування інформаційного забезпечення

Найбільш важливим показником актуальності і важливості матеріалів є індекс цитованості.

У патентному аналізі в останні роки розвиваються такі напрямки:

- прогнозування перспективних і проривних технологій засноване на вивченні динаміки зміни кількості видаваних патентів з використанням часових рядів [6];

– патентний ландшафт являє результат масштабного аналітичного дослідження патентних документів у тісній прив'язці до технологічних пріоритетів, портфелям НДДКР і ключовим інноваціям сучасних компаній [48].

В даний час до числа основних баз даних, що складають електронні ресурси Форсайт-досліджень, відносять такі:

Форсайт-досліджень.

1. Web of Science на сьогоднішній день є найбільшою інформаційною системою, призначеною для отримання доступу до наукової інформації практично з усіх галузей знань. Найбільший інтерес для вирішення наукометричних завдань представляє база Web of Science Core Collection, яка є найбільш вивіреном індексом цитування;

2. база даних Scopus позиціонується, як одна з найбільших в світі універсальна реферативна база даних з можливостями відстеження наукової цитованості публікацій;

3. Google Scholar індексує ресурси відкритого доступу, інтернет-сайти, а також видавничі послуги, що представляють доступ на комерційних умовах;

4. система Science Research являє собою пошукову машину наукових ресурсів і використовує технологію «об'єднаного пошуку», а також кластеризацію результатів пошуку.

5. Orbit – система інтелектуального аналізу патентів при наукометричному аналізі наукових напрямків. В ході аналізу відбувається виявлення цитованості патентів, формування сімейств патентів, є можливість класифікації патентів.

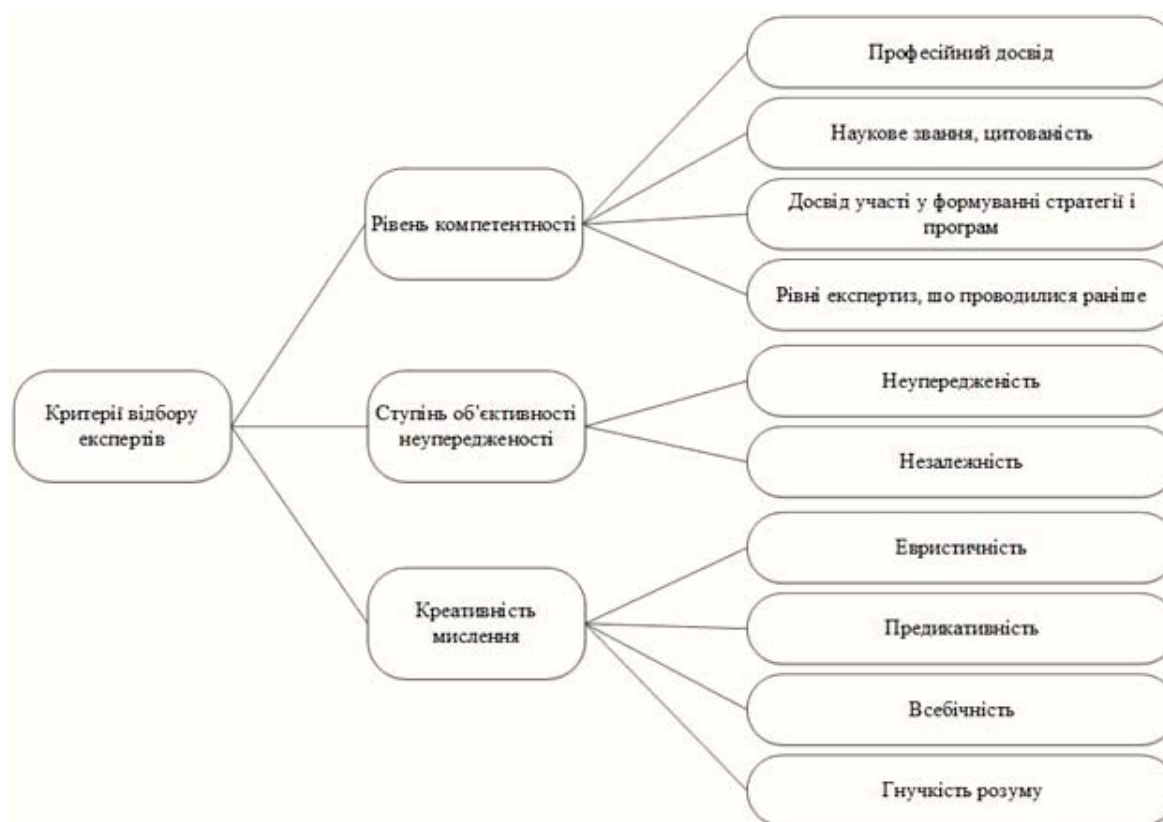
### **3. Експертні панелі.**

Експертні панелі є базовою процедурою, яка використовується практично у всіх Форсайт-дослідженнях. Вона полягає в тому, що експертним групам пропонується протягом певного часу обдумати і оцінити можливі варіанти майбутнього по заданій тематиці, використовуючи новітні аналітичні та інформаційні матеріали та розробки. Експертні панелі реалізуються в три етапи: формування експертних груп; генерація експертної інформації; аналіз отриманих експертних оцінок (рис. 3).



**Рис. 3.** Структура способів і методів реалізації експертних панелей.

В рамках цих етапів, мабуть, найважливішим є перший етап, в основі якого лежать критерії відбору експертів, зображені на рис. 4 [36].



**Рис. 4.** Критерії відбору експертів [36].

При виконанні операції генерації експертної інформації використовується цілий ряд інструментальних методів, що сприяють активізації креативного мислення експертів, на основі якого формується сукупність експертних оцінок.

До числа основних завдань аналізу експертних оцінок належать такі: перевірка узгодженості думок експертів (або кластеризація експертів, якщо немає узгодженості); отримання узагальненої (усередненої) оцінки думок експертів всередині узгодженої групи. На рис 3 представлений ряд методів вирішення зазначених завдань.

#### 4. Сценарний аналіз.

Одними з найвідоміших і найбільш часто використовуваних в якості інструментів Форсайт-досліджень є методи побудови сценаріїв і їх аналіз. Розвиток сценарного підходу до прогнозування від самого початку призвів до розробки двох пов'язаних між собою методів: прогнозного графа і «дерева цілей». Графи, які використовуються для побудови сценаріїв, можуть містити або не містити так звані цикли (петлі), можуть бути зв'язними або незв'язними, орієнтованими або неорієнтованими і т.д.

Перелік основних методів побудови сценаріїв на основі графових моделей представлений на рис. 5.



Рис. 5. Методи побудови сценаріїв.

Дерево цілей являє собою зв'язний орієнтований граф, який не містить петель і будується на основі послідовного виділення все менш значущих рівнів і подій. Для оцінки значущості гілок дерева цілей проводиться їх «зважування» за допомогою призначення або визначення коефіцієнтів відносної важливості.

В основу методу прогнозного графа покладене початкове здійснення підцілей і подій, що лежать на нижніх рівнях ієрархії. При цьому кожній дузі, що виходить з вершини графа, також присвоюються вагові коефіцієнти.

Введення в структуру цільового графа елемента, що характеризує процедуру прийняття рішення, трансформувало дерево цілей в дерево рішень. Основною особливістю такого дерева є наявність двох типів розгалужень: розгалуження рішень, яке відображає альтернативний вибір ОПР, і розгалуження шансу, де шанс вибирається з певною ймовірністю настання відповідного результату, що веде до максимально очікуваної корисності. Розрахунок такої корисності здійснюється, як правило, методом зворотної індукції, починаючи з правого кінця дерева рішень. Така процедура знаходження оптимального шляху на деревах рішень отримала назву «згортання» дерева рішень [17].

Розвиток методів імовірного висновку і їх використання в графових сценаріях для прогнозування ризикових ситуацій привело до появи дерева ймовірностей, діаграми впливів і мереж впевненості (мереж Байєса).

Використання дерев ймовірностей обмежене числом невизначених подій  $n$  ( $n \leq 4$ ). В даному випадку доцільно для побудови сценаріїв застосовувати діаграму впливів, яка дає можливість враховувати більшу кількість невизначених факторів. Така діаграма являє собою орієнтований ациклічний граф з трьома типами вузлів: вузол рішень, вузол подій і вузол цінностей [17]. В основі розрахунків на діаграмах впливів лежить визначення повних ймовірностей результатів здійснення альтернативних рішень.

Для більш глибокого аналізу, що враховує взаємозв'язок між системами випадкових подій, які можуть характеризувати ризикоформуєчі фактори, можуть бути використані сценарії, що представляють собою мережі впевненості (мережі Байєса) [33, 45]. Такі мережі також є орієнтованими ациклічними графами, що складаються з безлічі вузлів і дуг. Кожен вузол відображає повну систему невизначених подій. Для даних мереж розроблений ряд методів імовірного висновку, з яких найбільш відомим є



алгоритм розрахунку і пересилання по дугам мережі спеціальних імовірнісних оцінок [33].

В останні роки широкого поширення зазнали сценарії, в основі яких лежить метод когнітивного моделювання, що дозволяє представити проблемні ситуації у вигляді знакового або знаково-зваженого графа. Вершинах такого графа позначають безліч факторів, які характеризують проблему, а дугами визначаються зв'язки між цими факторами [43]. Основною процедурою аналізу сценаріїв на основі когнітивного підходу є визначення та оцінювання контурів позитивного і негативного зворотного зв'язку.

### **5. Багатокритеріальний аналіз.**

Багатокритеріальний аналіз визначається, як структурування процесу оцінки і вибору альтернативних сценаріїв в умовах високої невизначеності і наявності конфліктів в експертних оцінках. Даний аналіз дозволяє вирішувати три типові завдання: вибір кращої альтернативи, ранжування альтернатив, кластеризація альтернатив. Для проведення багатокритеріального аналізу може бути використаний ряд методів, серед яких на сьогоднішній день виділяється широко відомий метод аналізу ієрархій (МАІ).

Даний метод є процедурою для ієрархічного представлення елементів, що визначають суть будь-якої проблеми. МАІ полягає в декомпозиції проблеми на більш прості складові частини і подальшій обробці послідовності суджень особи, яка приймає рішення (ОПР), з допомогою попарних порівнянь. З моменту появи і використання МАІ були проведені різноманітні його дослідження, виявлено його переваги і недоліки, що призвело до розробки цілого ряду його модифікацій, зміст яких наведено в роботі [27].

Метод аналітичних мереж (МАН) є узагальненим МАІ для задач із залежностями і зворотними зв'язками. Це пов'язано з тим, що багато проблем прийняття рішень не можна уявити ієрархічними структурами, тому що в них існують залежності і взаємодії між елементами різних рівнів ієрархії. Існують завдання, в яких не тільки важливість критеріїв впливає на пріоритети альтернатив (як в ієрархіях), але також важливість альтернатив впливає на пріоритети критеріїв.

У загальному випадку мережа складається з компонентів і елементів, які містяться в них, і можуть як взаємодіяти між собою, так і впливати на деякі або всі елементи іншого компонента щодо властивостей (критеріїв).

На думку автора цих методів Т. Сааті МАМ є набагато ширшим і глибшим, ніж МАІ, проте є більш трудомістким в обчислювальному плані. Разом з тим, головною перевагою МАМ є можливість отримання рішень, які дозволяють передбачити майбутнє. Обидва методи можуть бути використані для вирішення цілої низки завдань, класифікація яких наведена в табл. 2 [17].

Таблиця 2.

### Класифікація задач, які вирішуються із застосуванням МАІ-МАМ [17]

Назва задачі	Характеристика задачі
Задача вибору	Визначення однієї (кращої) альтернативи з безлічі в умовах багатокритерійності
Задача оцінювання	Ранжування і кластеризація безлічі альтернатив в умовах багатокритерійності
Задача аналізу «вартість-ефективність»	Оцінка відношення «вигоди» / «витрати» Оцінка відношення «вигоди» / «витрати» × «ризик» Оцінка відношення «вигоди» × «можливості» / «витрати» × «ризик»
Задача розподілу ресурсів	Ієрархічний аналіз чинників, що визначають обмеження на ресурси
Задача планування і прогнозування	Прямий і зворотній процес планування і прогнозування з використанням ієрархічних і мережевих сценаріїв

Наступним сучасним «інструментом» для проведення багатокритеріального аналізу є метод Парето-оптимальних рішень, який реалізує відомий принцип Еджворта-Парето, коли кожен обраний варіант повинен бути Парето-оптимальним [30]. В основі цього методу лежить процедура формування множини Парето

(безліч рішень, які неможливо покращити). Основною проблемою методу є те, що досить часто така множина не є поодиноким і є досить широкою, що ускладнює конкретний вибір в її межах. З цієї причини рядом авторів [30, 31] були запропоновані модифікації даного методу, спрямовані на звуження множини Парето: на основі компенсаційного підходу, використання властивостей відношень переваг ОПР, на основі «квантів інформації», на основі нечіткої інформації, взаємозалежної інформації замкнутого типу та ін.

Групові експертні оцінки в процесі свого формування можуть характеризуватися різними формами взаємодії: вони можуть бути узгодженими, спільними, можуть об'єднуватися, перетинатися, конфліктувати між собою. Для останніх двох ситуацій доцільним для проведення багатокритеріального аналізу є застосування методу теорії свідочств Демпстера-Шейфера та теорії правдоподібних і парадоксальних міркувань Дезера-Смарандаке [35, 40, 45]. В основі даних теорій лежить реалізація принципу кон'юнктивного консенсусу, відображеного в ряді правил комбінування так званих «мас ймовірностей» (правила Демпстера, Ягера, Смегса, Жанга, Іганакі й ін.). В кінцевому підсумку будуються функції довіри і правдоподібності, за значеннями яких здійснюється вибір альтернативних рішень.

**Висновки.** В стататті розглянуті і систематизовані основні аспекти методології Форсайту, властиві цьому науково-практичному напрямку. Більш детально проаналізовано основні, найбільш часто використовувані методи Форсайт-досліджень. На даний момент технології Форсайту розглядаються, як сучасні «інструменти» для створення механізмів у публічному управлінні промисловістю, бізнесом, освітою, наукою, соціальними процесами та ін. Проте, слід зауважити, що в Україні розвиток Форсайт-проектів у науковому середовищі публічного управління просувається дуже малими темпами, а в практичному плані число Форсайт-проектів зовсім незначне.

Тим часом на думку автора робіт [22, 23] використання технологій Форсайту може відкрити нові можливості публічного управління для досягнення в українському суспільстві політичного консенсусу щодо подальших напрямків розвитку країни. Велику



*The basic procedure for most Foresight projects is expert panels. It may differ in the way the expert group is formed, the method of collecting expert information and the methods of its processing.*

*The most commonly used tools for analyzing different variants of future are scenario and multicriteria analysis. To construct scenarios of the future, the methods of the predictive graph and «decision tree», as well as cognitive modeling, are used.*

*Multi-criteria analysis is defined as the structuring of the process of assessing and choosing alternative scenarios in conditions of high uncertainty and the presence of conflicts of expert assessments. Its most famous and widespread methods are AMH and ANM and the method of Pareto optimal solutions.*

**Key words:** *foresight, public administration, bibliometric analysis, expert panels, scenario analysis, multicriteria analysis.*

**Received:17.03.21**

### References

1. Afanasiev, M.M. (2017). Sovershenstvovaniie metodolohii forsaita kak instrumenta strtehicheskoho razvitiia promyshlennykh rehionov i otraslei [Improvement of the foresight methodology as a tool for the strategic development of industrial regions and industries]. *Rossiiskoie predprinimatelstvo – Russian entrepreneurship*, (Vol. 18), (pp. 2481-2489) [in Russian].
2. Amini, H., Jabalameli, M.S., & Ramesht, M.H. (2021). Development of regional foresight studies between 2000 and 2019: an overview and co-citation analysis. *European Journal of Futures Research*, (Vol. 8), 1. Retrieved from <https://eujournalfuturesresearch.springeropen.com/articles/10.1186/s40309-021-00170-7> [in English].
3. Andersen, P.D., Hansen, M., & Selin, C. (2021). Stakeholder inclusion in scenario planning – A review of European projects. *Technological Forecasting and Social Change*, (Vol. 169). Retrieved from <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0040162521002341> [in English].
4. Andreichikov, A.V., & Andreichikov, O.N. (2014). Metody intelektualnoi sistemy priniatiia reshenii dlia provedeniia Forsait-issledovaniia



[Methods of an intelligent decision-making system for conducting foresight research]. *Electronnyi Zhurnal Cloud of Science – Electronic journal Cloud of Science*, (Vol. 1), 3, (pp. 1-30) [in Russian].

5. Anzules-Falcones, W., Diaz-Marquez, A.M., Padilla, L., Hernan-Hidalgo, D., & Sanchez-Grisales D. (2021). Foresight for small and medium enterprises in the context of the circular economy. *Forsait – Foresight and STI Governance*, (Vol. 15), 1, (pp. 86-96). Retrived from <https://foresight-journal.hse.ru/en/2021-15-1/454924897.html> [in English].

6. Avdzeiko, V.I., Karnyshev, V.I., & Mescheriakov, R.V. (2018). Patentnyi analis. Vyavleniie perspektivnykh i proryvnykh tekhnolohii [Patent analysis. Identifying promising and disruptive technologies]. *Voprosy innovatsionnoi ekonomiki – Innovation economy issues*, (Vol. 8), 1, (pp. 79-90) [in Russian].

7. Belousov, D.R. (Eds.). (2012). Metod «kartirovaniia tekhnolohii» v poiskovykh prohnozakh [Technology mapping method in search forecasts]. *Forsait – Foresight and STI Governance*, 2, (pp. 6-16) [in Russian].

8. Brummer, W. (2010). Mnogoobrasiiie v Forsait-issledovaniiaxh (praktika obzora innovatsionnykh idei [Diversity in Foresight Research (the practice of reviewing innovative ideas)] *Forsait – Foresight and STI Governance*, (Vol. 4), 4, (pp. 56-68) [in Russian].

9. Fedulova, L.I. (2008). Forsait: suchasna metodolohiia tekhnolohichnoho prohnozuvannia [Foresight: modern methodology of technological programming]. *Ekonomika i prohnozuvannia – Economics and programming*, 3, (pp. 106-120) [in Ukrainian].

10. Fesiun, A.V. (2016). Forsait kak tekhnolohiia realizatsii strategii razvitiia nanoindustrii [Foresight as a technology for implementing nanoindustry development strategy]. *Vestnik VHU, seriia: ekonomika i upravleniie – Proceedings of Voronezh State University. Series: Economics and Management*, 1, (pp. 144-152) [in Russian].

11. Hibson, E. (Eds.). (2018). Bibliometricheskii analiz kak instrument vliianiia rasprostrionnykh i vznikaiuschikh metodov tekhnolohicheskoho Forsaita [Bibliometric Analysis as a Tool for Influencing Common and Emerging Technological Foresight Methods]. *Forsait – Foresight and STI Governance*, 1, (pp. 6-24) [in Russian].

12. Kalinichev, V.L. (2018). Nuzhen li v vysshei shkole FORSAIT [Does a higher school need FORESIGHT]. *Biznes i dizain reviu – Business and design review*, 3 [in Russian].

13. Kim, J.-M., Sun, B., & Jun, S. (2019). Sustainable technology analysis using data envelopment analysis and state space models. *Sustainability (Switzerland)*, (Vol. 11), 13. Retrieved from [https://www.researchgate.net/publication/334136327\\_Sustainable\\_Technology\\_Analysis\\_Using\\_Data\\_Envelopment\\_Analysis\\_and\\_State\\_Space\\_Models](https://www.researchgate.net/publication/334136327_Sustainable_Technology_Analysis_Using_Data_Envelopment_Analysis_and_State_Space_Models) [in English].
14. Kleiton, E. (2008). Tekhnologicheskiie dorozhnyie karty [Technological roadmaps]. *Forsait – Foresight and STI Governance*, 3, (pp. 68-74) [in Russian].
15. Kosheleva, T.N., & Tsypok, A.S. (2017). Sistemnyie issledovaniia nauchno-tekhnikeskoi informatsii pri realizatsii mekhnizmov innovatsionnoho razvitiia [System research of scientific and technical information in the implementation of innovative development mechanisms]. *Ekonomika i uoravleniie – Economics and Management*, 5 (139), (pp. 50-55) [in Russian].
16. Kovalenko, I. I., & Koshkin, K.V. (2003). *Stsenarnyi podkhod v analize innovatsionnykh ptoektov [Scenario approach in the analysis of innovative projects]*. Mykolaiv: UHMTU [in Russian].
17. Kovalenko, I.I. (Eds.). (2017). *Metody sistemnoho analiza v zadachakh morskikh klasterov [Methods of system analysis in the problems of marine clusters]*. Kharkiv: ChP izdatelstvo «Novoie slovo» [in Russian].
18. Kovalenko, I.I., & Shved, A.V. (2013). *Ekspertnyie tekhnologii podderzhki priniatiia reshenii [Expert decision support technologies]*. Mykolaiv: Ilion [in Russian].
19. Kovalenko, I.I., Honcharova, N.V. (2020). Systemni tekhnologii vykorystannia metodiv dlia provedennia Forsait-doslidzhenn [System technologies for the use of methods for conducting foresight research]. Proceedings from Mohyla Readings – 2020: *XXIII All-Ukrainian annual scientific-practical conference «Mohyla Readings – 2020: Experiences and Trends in Society Development in Ukraine: Global, National and Regional Aspects»*. Mykolaiv: vydavnytstvo ChNU imeni Petra Mohyly [in Ukrainian].
20. Kriukov, S.V. (2010). Forsait: ot prohnoza k formirovaniuu budusheho [Foresight: from forecasting to shaping the future]. *Terra Economicus – Terra Economicus*, (Vol. 8), 3, (pp. 7-17) [in Russian].
21. Kushnich, A.A. (2010). Kompiuternyie sistemy modelirovaniia kognitivnykh kart: podkhody i metody [Computer systems for modeling cognitive maps: approaches and methods]. *Problemy upravleniia – Control problems*, 3, (pp. 2-16) [in Russian].

22. Kvitka, S.A. (2016). Foresait yak tekhnolohiia proektuvannia maibutnioho: novitni mekhanizmy vzaiemodii publichnoii vlady, biznesu ta hromadianskoho suspilstva [Foresight as a technology for designing the future: the latest mechanisms of interaction between public authorities, business and civil society] *Aspekty publichnoho upravleniia – Aspects of public administration*, 8, (pp. 5-15) [in Ukrainian].

23. Kvitka, S.A. (2019). Innovatsionnyie mekhanizmy v publichnom upravlenii: Forsait [Innovative Mechanisms in Public Administration: Foresight]. *Aspekty publichnoho upravleniia – Aspects of public administration*, (Vol. 7), 4, (pp. 5-18) [in Russian].

24. Magruk, A. (2020). Uncertainties, knowledge, and futures in foresight studies – a case of the industry 4.0. *Forsait – Foresight and STI Governance*, (Vol. 14), 4, (pp. 20-33). Retrieved from <https://foresight-journal.hse.ru/en/2020-14-4/425736656.html> [in English].

25. Melnychenko, S., Boiko, M., Okhrimenko, A., Bosovska, M., & Mazaraki, N. (2020). Foresight technologies of economic systems: Evidence from the tourism sector of Ukraine. *Problemy ta perspektyvy menegmantu – Problems and Perspectives in Management*, (Vol. 18), 4, (pp. 303-318). Retrieved from [https://www.researchgate.net/publication/347845850\\_Foresight\\_technologies\\_of\\_economic\\_systems\\_evidence\\_from\\_the\\_tourism\\_sector\\_of\\_Ukraine](https://www.researchgate.net/publication/347845850_Foresight_technologies_of_economic_systems_evidence_from_the_tourism_sector_of_Ukraine) [in English].

26. Mikova, N.S., & Sokolova, A.V. (2014). Monitorinh hlobalnykh tekhnolohicheskikh trendov [Monitoring global technology trends]. *Forsait – Foresight and STI Governance*, (Vol. 8), 4, (pp. 64-83) [in Russian].

27. Mironova, N.A. (2011). Intehratsiia modifikatsii metoda analiza iierarkhii dlia sistem podderzhki priniatiia hruppovykh reshenii [Integration of modifications of the hierarchy analysis method for group decision support systems]. *Radioelektronika, informatika, upravlinni – Radio electronics, computer science, management*, 2, (pp. 47-54) [in Russian].

28. Mironova, N.A., & Tabunschik, H.V. (2010). Ekspertiza system vybora modifikatsii metoda analiza iierarkhii [Expert system for choosing a modification of the hierarchy analysis method]. *ASU i pribory avtomatiki: vseukrainskii mezhvedomstvennyi nauchno-tekhnicheskii sbornik – ACS and automation devices: all-Ukrainian interdepartmental scientific and technical collection*, 153, (pp. 62–70) [in Russian].

29. Nestik, T.A. (2018). Psychological aspects of corporate Foresight. *Forsait – Foresight and STI Governance*, 2, (pp. 78-90) [in English].

30. Nohin, V.D. (2007). *Priniatiie reshenii pri mnohikh kriteriakh [Multi-criteria decision making]*. St. Petersburg: «YuTAS» [in Russian].

31. Nohin, V.D. (2011). Problemy suzheniia mnozhestva Pareto: podkhody k resheniiu [The problem of narrowing the Pareto set: approaches to solving]. *Isskustvennyi intellect i priniatiie reshenii – Artificial intelligence and decision making*, 1, (pp. 67-81) [in Russian].

32. Pankov, S.E. (2019). Metodika otsenki urovnia noviznykh rezultatov fundamentalnykh i prikladnykh issledovaniy [Methodology for assessing the level of novelty of the results of fundamental and applied research]. *Kompetentnost – Competency*, 9-10, (pp. 5-13) [in Russian].

33. Pearl, J. (1988). *Probabilistic Reasoning in Intelligent Systems: Network of Plausible Inference*. California, San Mateo: Morgan Kaufmann Publishers Inc. [in English].

34. Rybintsev, V.O., & Klopov, I.O. (2017). Forsait yak tekhnolohiia realizatsii stratehii rozvytku ekonomiky [Foresight as a technology for implementing the strategy of economic development]. *Intelekt XXI – Intelligence XXI*, 3, (pp. 87-93) [in Ukrainian].

35. Shafer, G.A. (1976). *A mathematical theory of evidence*. Princeton: Princeton University Press [in English].

36. Shevchenko, E.V., & Stukach, V.F. (2016). *Forsait: instrument issledovaniia, osnova formirovaniia hosudarstvennoi stratehii [Foresight: a research tool, a basis of formation of the state strategy]*. Retrieved from: [https://mp.ra.uni-muenchen.de/75177/1/MPRA\\_paper\\_75177.pdf](https://mp.ra.uni-muenchen.de/75177/1/MPRA_paper_75177.pdf) [in Russian].

37. Shostak I.V., Kyzym, M.O., Matiushenko, I.Yu., & Danova, M.O. (2015). *Perspektyvy forsait-prohnozuvannia priorytetnykh napriamiv rozvytku nanotekhnolohii i nanotekhnolohii u krainakh svitu i Ukraini [Prospects for foresight of priority directions of development of nanotechnology and nanomaterials in countries of the world and Ukraine]*. Kharkiv: VD «Inzhek» [in Ukrainian].

38. Shostak, I.V., & Danova, M.A. (2014). Podkhod kompleksnoi avtomatizatsii natsionalnykh forsait-proektov [An approach to comprehensive automation of national foresight projects]. *Aviatsionno-kosmicheskaiia tekhnika i tekhnolohiia – Aerospace engineering and technology*, 8 (115), (pp. 179-188) [in Russian].



39. Shvets, A.V., Deviatkin, D.A., Smirnov, I.V. (2014). Issledovaniie system i metodov naukometricheskoho analiza nauchnykh publikatsii [Research of systems and methods of scientometric analysis of scientific publications]. *Iskusstvennyi intellekt i priniatii reshenii – Artificial intelligence and decision making*, 3, (pp. 62-71) [in Russian].

40. Smarandache, F., & Dezert, J. (2006). *Advances and applications of DSMT for Information Fusion*. (Vol. 2). Retrieved from: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.454.6263&rep=rep1&type=pdf> [in English].

41. Sokolov, A.V. (2007). Metod kriticheskikh tekhnologii [Critical technology method]. *Forsait – Foresight and STI Governance*, 4 (4), (pp. 64-75) [in Russian].

42. Tereshyna, N.P., Tretiak, V.P., & Metelkin, P.V. (2019). *Forsait-tekhnologii: uchebnoie posobiie [Foresight technologies: a tutorial]*. Moscow: RUT (MIIT) [in Russian].

43. Trakhtenherts, E.A. (1998). *Kompiuternaia podderzhka priniatii reshenii [Computer support for decision making]*. Moscow: SINTET [in Russian].

44. Tretiak, V.P. (2008). Orhanizatsionnoie obespecheniie primeneniia tekhnologii forsaita [Organizational support for the use of foresight technology]. *Nauka. Innovatsii. Obrazovanie. – The science. Innovation. Education*, (Vol. 3), 2, (pp. 155-172) [in Russian].

45. Uzga-Rebrovs, O. (2010). *Nenoteiktiby parvaldisana* (Vol. 3). Rezekne: RA Izdevnieciba [in Latvian].

46. Valkman, Yu.R., Bykov, V.S., & Rykhalskii, A.Yu. (2007). Modelirovaniie NE-faktorov – osnova intellektualnykh kompiuternykh tekhnologii [Modeling of non-factors – the basis for the intellectualization of computer technologies]. *Systemni doslidzhennia ta informatsiini tekhnologii – Systematic advances and information technologies*, 1, (pp. 39-61) [in Russian].

47. Vladimirovna, I.G. (2021). The prospects of the usage of foresight research in the interests of rocket and space industry. Proceedings from AIP Conference: *Academic Space Conference: Dedicated to the Memory of Academician S.P. Korolev and Other Outstanding Russian Scientists – Pioneers of Space Exploration*, (Vol. 20318). Retrived from <https://aip.scitation.org/doi/abs/10.1063/5.0035747> [in English].



48. Yena, O.V., & Popov, N.V. (2019). Metodolohiia razrobotki patentnykh landshaftov proektnoho ofisa FIPS [Methodology for the development of patent landscapes of the FIPS project office]. *Stankoinstrument – Machine tool*, 1 (014), (pp. 28-35) [in Russian].

49. Zhanbayev, R., Sagintayeva, S., Ainur, A., & Nazarov, A. (2020). The use of the foresight methods in developing an algorithm for conducting qualitative examination of the research activities results on the example of the republic of Kazakhstan. *Mathematics*, (Vol. 8), 11, (pp. 1-19). Retrived from [https://www.researchgate.net/publication/345810796\\_The\\_Use\\_of\\_the\\_Foresight\\_Methods\\_in\\_Developing\\_an\\_Algorithm\\_for\\_Conducting\\_Qualitative\\_Examination\\_of\\_the\\_Research\\_Activities\\_Results\\_on\\_the\\_Example\\_of\\_the\\_Republic\\_of\\_Kazakhstan](https://www.researchgate.net/publication/345810796_The_Use_of_the_Foresight_Methods_in_Developing_an_Algorithm_for_Conducting_Qualitative_Examination_of_the_Research_Activities_Results_on_the_Example_of_the_Republic_of_Kazakhstan) [in English].

50. Zhgurovskiy, M.Z. (2015). *Forsait ekonomiky Ukrainy [Foresight of the Ukrainian economy]*. Kyiv: NTUU «KPI» [in Ukrainian].

51. Zhgurovskiy, N.Z. (2000). *Systemna metodolohiia tekhnolohichnoho peredbachennia. [System methodology of technological prediction]*. Kyiv: vydavnytstvo «Politekhnik» [in Ukrainian].

52. Zhgurovskiy, N.Z., & Pankratova, N.D. (2005). *Tekhnolohicheskoe predvideniie [Technological foresight]*. Kyiv: vydavnytstvo «Politekhnik» [in Russian].

53. Zinchenko, M.A. (2012). Obzor metodov provedeniia forsait [Overview of Foresight Research Methods]. *Innovatika i ekspertiza – Innovation and expertise*, 2 (9), (pp. 155-158) [in Russian].

54. Zoloatreva, M.E. (2016). Primeneniie forsait-proiektov v formirovanii stratedii innovatsionnoho razvitiia vysokotekhnolohichnykh kompanii [The use of foresight projects in the formation of a strategy for the innovative development of high-tech companies]. *MIR (Modelirovaniie, Innovatsii, Razvitiie) – MID (Modernization, Innovation. Development.)*, (Vol 7), 4, (pp. 108-114) [in Russian].

## Відомості про авторів / Information about the Authors

**Ємельянов Володимир Михайлович:** Чорноморський національний університет ім. Петра Могили: вул. 68 десантників 10, Миколаїв, 54003, Україна.

**Volodymyr Yemelyanov:** Petro Mohyla Black Sea National University: 68 Desantnykiv str. 10, Mykolaiv, 54003, Ukraine.

**ORCID.ORG/0000-0002-2995-8445**

**E-mail: [d\\_idu@ukr.net](mailto:d_idu@ukr.net)**

**Коваленко Ігор Іванович:** Чорноморський національний університет ім. Петра Могили: вул. 68 десантників 10, Миколаїв, 54003, Україна.

**Ihor Kovalenko:** Petro Mohyla Black Sea National University: 68 Desantnykiv str. 10, Mykolaiv, 54003, Ukraine.

**ORCID.ORG/ 0000-0003-2655-6667**

**E-mail: [d\\_idu@ukr.net](mailto:d_idu@ukr.net)**

**Гончарова Надія Вікторівна:** Чорноморський національний університет ім. Петра Могили: вул. 68 десантників 10, Миколаїв, 54003, Україна.

**Nadiia Honcharova:** Чорноморський національний університет ім. Петра Могили: вул. 68 десантників 10, Миколаїв, 54003, Україна.

**ORCID.ORG/ 0000-0001-5536-6200**

**E-mail: [nadiiaukhan@gmail.com](mailto:nadiiaukhan@gmail.com)**