

8. Філінюк, М. А. Елементи та пристрої автоматики на основі нелінійних властивостей динамічних негатронів: Монографія [Текст] / М. А. Філінюк, О. В. Войцеховська. – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2008. – 189 с. ISBN 978-966-641-250-1.
9. Ліщинська, Л. Б. Оцінка основних параметрів імітансних логічних елементів [Текст] / Л. Б. Ліщинська // Інформаційні технології та компютерна інженерія. – 2011. – № 3(22). – С. 45–52.
10. Смогилев, К. А. Резонансные усилители на трехполосниках [Текст] / К. А. Смогилев. – М. : Сов. радио, 1972. – 304 с.
11. Сигорский, В. П. Основы теории электронных схем [Текст] / В. П. Сигорский, А. И. Петренко. – Киев: Техніка, 1967. – 609 с.
12. Adams, D. K. Active filter for UHF and microwave frequencies [Text] / D. K. Adams. R. Y. C. Ho // IEEE transactions on microwave theory and techniques. – V.M.TT 1969. – 17, No 9. – P. 662–670.

Запропоновано глобальний критерій оцінки ефективності застосування підводної техніки в задачах глибоководної археології, який містить безрозмірний критерій безпеки виконання робіт та розмірні критерії виробничої ефективності підводних технологій і цінових характеристик їх застосування. Для обліку критеріїв розроблено систему формалізованих показників та слабо формалізованих експлуатаційних обмежень на застосування підводної техніки і технології

Ключові слова: планування проекту, глибоководна археологія, підводна техніка, оцінка ефективності, методика, критерії

Предложен глобальный критерий оценки эффективности применения подводной техники в задачах глубоководной археологии, который содержит безразмерный критерий безопасности выполнения работ и размерные критерии производственной эффективности подводных технологий и ценовых характеристик их применения. Для расчета критериев разработали систему формализованных показателей и слабо формализованных эксплуатационных ограничений на применение подводной техники и технологии

Ключевые слова: планирование проекта, глубоководная археология, подводная техника, оценка эффективности, методика, критерии

УДК 005.8:902.034

УЗАГАЛЬНЕНА МЕТОДИКА ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ ПІДВОДНОЇ ТЕХНІКИ У ПРОЕКТАХ ГЛИБОКОВОДНОЇ АРХЕОЛОГІЇ

О. В. Блінцов

Кандидат технічних наук, доцент
Кафедра імпульсних процесів і технологій
Національний університет кораблебудування
ім. адмірала Макарова
пр. Героїв Сталінграда, 9, м. Миколаїв, Україна, 54025
E-mail: energybox@mail.ru

А. В. Надточій

Викладач
Кафедра автоматики та електроустаткування суден
Національний університет кораблебудування
ім. адмірала Макарова
Херсонська філія
вул. Ушакова, 44, м. Херсон, Україна, 73022
E-mail: tasman.85@mail.ru

1. Вступ

Підводна археологія включає комплекс підводних робіт, спрямованих на виявлення, фіксацію, наукове дослідження, визначення наукової й культурної цінності, класифікацію, паспортизацію, картографування, консервацію, реставрацію, реабілітацію, музеєфікацію історично цінних підводних об'єктів, які включаються до Державного реєстру підводної культурної спадщини України [1 – 3].

У свою чергу, підводна культурна спадщина (Underwater Cultural Heritage, UCH) - це всі сліди людського існування, що мають культурний, історичний або археологічний характер, які частково або повністю, пері-

одично або постійно перебувають під водою протягом не менш 100 років [4]. До них належать: об'єкти, споруди, артефакти й людські останки разом з їх природним оточенням; судна, літальні апарати, інші транспортні засоби або будь-які їхні частини, їхній вантаж або інший уміст, разом з їх археологічним і природним оточенням; предмети доісторичного періоду.

Глибоководна археологія (ГА) – це важлива складова наукового напрямку «Підводна археологія», яка передбачає проведення досліджень на «заводолазних» глибинах (більше 60 метрів), де використання водолазного спорядження на стисненому повітрі неможливе.

Як науковий напрямок ГА в Україні знаходить на початковому етапі свого розвитку, що вимагає роз-

робки для неї відповідних методів проектного менеджменту.

2. Постановка проблеми

Територіальні води України на «заводолазних» глибинах містять тисячі затонулих об'єктів, які складають підводну культурну спадщину людства [5, 6], що є унікальним явищем серед морських країн світу. Дослідження та музеєфікація цих об'єктів можливі лише на основі застосування сучасних підводних технологій, науково обгрунтований вибір яких з позицій проектного менеджменту (порівняльний аналіз цих технологій з метою оптимізації експедиційних витрат) утворює окрему прикладну наукову задачу, яка має визначальне значення для забезпечення високої продуктивності та якості виконання підводних археологічних досліджень.

На цей час з позицій технічного забезпечення глибоководних морських археологічних експедицій розвивається у двох основних напрямках [7, 8]:

- застосування водолазів, які використовують спорядження на газових сумішах;
- застосування глибоководної підводної техніки (населених та безекіпажних підводних апаратів-роботів).

Тому оцінка ефективності цих напрямків для фази планування проектів ГА з урахуванням специфіки проведення робіт на «заводолазних» глибинах є актуальним прикладним науковим завданням, успішний розв'язок якого слугуватиме активізації вітчизняної ГА та поставить Україну на рівень провідних країн світу з високою історичною культурою та сучасними підводними технологіями.

3. Аналіз досліджень і публікацій за науковим напрямком «Управління проектами глибоководної археології»

Аналіз зарубіжної та вітчизняної технічної літератури, присвяченої організації та виконанню глибоководних археологічних досліджень, свідчить, що на сьогодні для вирішення завдань ГА використовують наступні основні підводні технології [9 – 11]:

глибоководні групові водолазні занурення з використанням дихальних систем на газових сумішах (повітряно-кисневих, гелієво-кисневих, киснево-азотних);

застосування населених підводних апаратів, які зв'язні з експедиційним судном за допомогою тросів, кабель-тросів та кабель-шлангів (опускних, буксированих і самохідних) та автономних населених підводних апаратів;

застосування безекіпажних (ненаселених) підводних апаратів, зв'язаних з експедиційним судном за допомогою тросів, кабель-тросів та кабель-шлангів (опускних, буксированих і самохідних), та автономних безекіпажних підводних апаратів.

Детальне ознайомлення з теорією і практикою організації та проведення морських археологічних експедицій у провідних морських країнах світу [12 – 16] та вітчизняний досвід [17, 18] у цьому напрямку, а

також обстеження затонулих суден і кораблів у результаті морських катастроф за останні 50-70 років [19, 20] показують, що головні недоліки, які обумовили низьку ефективність та, у деяких випадках, навіть зрив експедицій, полягають у наступному:

- неякісно проведена підводна археологічна розвідка та неточні підводні координати затонулих об'єктів, що призводило до перевищення планового ліміту операційного часу та значних додаткових фінансових витрат;

- неоптимально підібране підводне обладнання, зокрема, застосування традиційних водолазних технологій замість залучення у якості головного інструментарію населених та безекіпажних підводних апаратів;

- недостатня підготовка кадрів для експедиції, зокрема, водолазів-глибоководників та екіпажів підводних апаратів, що призводило до помилок при виконанні підводних археологічних операцій та невиправданих ризиків для життя водолазів.

Виявлені недоліки у плануванні морських археологічних та пошуково-рятувальних експедицій з позицій проектного менеджменту можна пояснити високим ступенем їх унікальності та низької повторюваності, оскільки практично кожна експедиція за добором природних факторів та характеристик затонулих об'єктів проводилась вперше, а їх результати не аналізувались з метою повторення.

Велика кількість підводних об'єктів української частини Чорного моря, які утворюють підводну культурну спадщину, обумовлює необхідність проектного підходу до їх дослідження. Однак, відомості про застосування інструментарію управління проектами у науковому напрямку «Підводна археологія» у сучасній зарубіжній та вітчизняній літературі відсутні, що робить актуальною цю роботу.

4. Формулювання мети та наукових задач статті

Метою роботи є розробка науково обгрунтованої узагальненої методики оцінювання ефективності застосування підводної техніки на фазі планування проектів глибоководної археології з урахуванням природних факторів та характеристик затонулих об'єктів.

5. Розробка узагальненої методики оцінки ефективності застосування підводної техніки для фази планування проекту глибоководної археології

Головним змістом фази планування проекту глибоководного археологічного дослідження є детальна розробка всіх компонентів проекту і підготовка до його реалізації. Ключовим питанням успіху цієї фази і, загалом, проекту ГА у цілому, є науково обгрунтований вибір підводної технології для проведення археологічних досліджень на заданому підводному об'єкті та обгрунтування типів і кількості підводно-технічних засобів для її реалізації. Вирішення цього питання з позицій проектного менеджменту (порівняльний аналіз цих технологій з метою оптимізації експедиційних витрат) утворює окрему прикладну наукову задачу,

яка має визначальне значення для забезпечення високої продуктивності та якості виконання підводних археологічних досліджень [21].

На цей час у науково-технічній літературі з'явилися узагальнені порівняльні оцінки ефективності застосування підводних апаратів в інтересах ГА [22 – 24].

Однак, вони стосуються виконання окремих видів підводних робіт як складових морських експедицій і не забезпечують оцінювання всього комплексу експедиційних робіт.

У роботі пропонується підхід до порівняння ефективності застосування різних видів підводної техніки та технології їх застосування у задачах ГА, який ґрунтується на застосуванні двох узагальнених критеріїв:

- узагальненого безрозмірного критерію безпеки виконання робіт з ГА за підводною технологією, яка оцінюється

$$D=f(D_L; D_E), \quad (1)$$

де D_L – критерій безпеки для підводних археологів;

D_E – критерій безпеки для навколишнього середовища;

- узагальненого розмірного критерію виробничої ефективності підводної технології, яка оцінюється

$$R=f(R_K; R_O; T), \quad (2)$$

де R_K – безрозмірний технічний показник підводної техніки і технології її застосування, який характеризує відповідність конкретного виду підводної техніки та обраної технології підводних робіт вимогам виробничого завдання морської археологічної експедиції: робочій глибині, вантажопідйомності, функціональній універсальності, якості виконання підводної роботи;

R_O – безрозмірний експлуатаційний показник підводної техніки та обраної технології її застосування (рівень надійності, рівень автоматизації, обмеження по застосуванню);

T – розрахункові витрати часу на виконання виробничого завдання обраним видом підводної техніки та за технологією, які аналізуються (розмірність – години).

Використаємо також загальноживаний розмірний цінний критерій C оцінки ефективності підводної техніки та технології її використання як добуток показників вартості наступних складових:

$$C= C_X C_Y C_Z, \quad (3)$$

де C_X – вартість придбання підводної техніки (покупна ціна);

C_Y – вартість експлуатації підводної техніки (накладні витрати на підводний апарат і його експедиційне судно-носії);

C_Z – вартість утилізації підводної техніки.

Тоді глобальний критерій G ефективності застосування конкретного виду підводної техніки в задачах ГА буде мати вигляд:

$$G=(DR)/C. \quad (4)$$

Застосування цього критерію може бути покладено в основу вибору й обґрунтування матеріально-технічного забезпечення на фазі планування проекту ГА.

Розглянемо тепер окремі складові уведених критеріїв та визначимо особливості їх обчислення.

Критерій безпеки для підводних археологів D_L визначає загрози травмування та загибелі водолазів та гідронавтів населених підводних апаратів під час роботи під водою. Причинами таких подій можуть бути помилки у розрахунках тривалості знаходження водолазів на глибині, помилки в експлуатації населених підводних апаратів, наявність у складі підводних об'єктів небезпечних речовин, відмова техніки тощо.

Критерій безпеки для навколишнього середовища D_E оцінює загрози, які може нанести підводна археологічна діяльність донній поверхні та водному середовищу – зміну природного рельєфу дна у результаті підводних розкопок, забруднення водного середовища у результаті застосування ґрунтососів тощо.

Числові значення кожного з критеріїв D_L та D_E можуть лежати у діапазоні $\{0, \dots, 1\}$, тому прирівняємо їх з імовірністю P_L та P_E того, що відповідна аварійна подія не настане. Тоді у припущенні про незалежність аварійних подій та прийнятті послідовної структури розрахункової схеми імовірності появи аварійних подій, коли при якій-небудь події археологічна експедиція припиняється, узагальнений критерій безпеки виконання робіт з ГА визначимо як добуток:

$$D=D_L D_E, \quad (5)$$

а складові D_L та D_E обчислимо за відомими залежностями теорії імовірностей [25]:

$$D_L = P_L = \prod_{i=1}^l P_{Li} = \prod_{i=1}^l (1 - Q_{Li}), \quad (6)$$

$$D_E = P_E = \prod_{j=1}^e P_{Ej} = \prod_{j=1}^e (1 - Q_{Ej}), \quad (7)$$

де Q_{Li} , Q_{Ej} – імовірності виникнення i -ї події, при якій виникає загроза життю і здоров'ю археологів (водолазів і гідронавтів) та виникнення e -ї події, при якій виникає загроза навколишньому підводному середовищу.

Узагальнений критерій виробничої ефективності при виконанні підводних археологічних робіт R може бути представлений добутком:

$$R=R_K R_O T, \quad (8)$$

а обчислення його множників R_K і R_O – як добуток наступних величин:

$$R_K = \Gamma_{Ka} \Gamma_{Kb} \Gamma_{Kc} \Gamma_{Kd}, \quad (9)$$

де $\Gamma_{Ka} = \{0; 1\}$, $\Gamma_{Kb} = \{0; 1\}$ – відповідно, двійкові коефіцієнти відповідності конкретного виду підводної техніки чи технології вимогам працювати на заданій виробничим завданням глибині моря та з заданою вантажопідйомністю;

$\Gamma_{Kc} = \{0, \dots, 1\}$ – коефіцієнт функціональної універсальності підводної техніки, який характеризує її можливість виконувати спектр підводно-технічних робіт J ,

передбачених виробничим завданням ГА (пошукових J_X , обстежувальних J_V , вимірювальних J_N , маніпуляційних J_{M1} , транспортно-вантажних J_{M2} , підйомних J_{M3} тощо); обчислюється у відсотках до повного переліку робіт, зазначених у виробничому завданні;

$\gamma_{Kd} = \{0, \dots, 1\}$ – коефіцієнт, який характеризує якість виконання запланованого переліку підводних робіт (точність траєкторного руху і просторового позиціонування, виокремлювальну здатність пошукових приладів, формати фото-, відео і гідроакустичної інформації); обчислюється як інтегральний показник у відсотках до вимог виробничого завдання за кожною технічною характеристикою;

$$R_O = \gamma_{Of} \gamma_{Og} \gamma_{Oh}, \quad (10)$$

де γ_{Of} – імовірність безвідмовної роботи обраного виду підводної техніки;

$\gamma_{Og} = \{0, \dots, 1\}$ – коефіцієнт, що характеризує рівень автоматизації підводної технології, яка обирається для виконання робіт ГА; визначається за методикою, викладеною в [26];

γ_{Oh} – коефіцієнт, який враховує слабо формалізовані експлуатаційні обмеження на застосування підводної техніки і технології у конкретних умовах – за гідрокліматичними умовами, за несумісністю одночасного застосування технічних засобів; обчислюється методами експертних оцінок [27].

Важливою складовою розробленої методики є розрахунок витрат часу T на виконання виробничого завдання обраним видом підводної техніки та за технологією, які аналізуються. Методика їх розрахунку залежить від конкретної підводної роботи та характеристик підводного об'єкту. Так, для лінійного руху підводного апарату чи водолаза над ґрунтом при виконанні пошукових робіт витрати часу можна визначити з наступного відношення:

$$T = T_3 + (LB)/(hv) + T_C, \quad (11)$$

де T_3 , T_C – відповідно, час спуску підводного апарату чи водолаза на воду та занурення на робочу глибину та час, необхідний для його спливання на поверхню та підйом на борт експедиційного судна-бази;

L , B – відповідно, довжина і ширина обстеженої донної поверхні;

h – ширина полоси обстеження;

v – лінійна швидкість руху підводного апарату чи водолаза над ґрунтом.

Для просторового руху підводного апарата чи водолаза необхідно додавати витрати часу на тривимірний рух, а при виконанні обстежень чи при застосуванні маніпуляторів – додавати час на маневрування, позиціонування підводного апарату та підводні маніпуляції.

Таким чином, розмірність запропонованого глобального критерію G – витрати часу на виконання виробничого завдання морської археологічної експедиції, віднесені до ціни експедиційних витрат. При цьому, безрозмірні критерії D , R_E , R_O є коефіцієнтами розмірного відношення T/C , яке дає можливість оцінити головний показник ефективності виконання морських підводних робіт – вартість часу перебування в морі, але з урахуванням низки суттєвих чинників –

безпеки робіт та техніко-експлуатаційних характеристик.

Складність обчислення глобального критерію G полягає у тому, що залежності (1)-(11) використовують як формалізовані, так і слабо формалізовані показники та характеристики. Детальний аналіз цих характеристик дав змогу згрупувати їх за трьома основними групами, які описують:

об'єкт підводної археологічної діяльності A ;
зміст підводно-технічних робіт J на цьому об'єкті за умовами виробничого завдання;

гідрокліматичні умови N , за яких має виконуватись морська археологічна експедиція.

Узагальнений опис складу описаних груп характеристик подамо у вигляді трьох множин:

$$A = \{A_L; A_M; A_B; A_T\}, \quad (12)$$

$$J = \{J_X; J_V; J_N; J_{M1}; J_{M2}; J_{M3}\}, \quad (13)$$

$$N = \{N_H; N_W; N_V; N_T\}, \quad (14)$$

де A_L, A_M, A_B, A_T – відповідно, просторові характеристики підводного об'єкту (довжина, ширина, висота), глибина його залягання у ґрунті, ступінь обростання та наявність небезпечних речовин (наприклад, вибухових чи отруйних речовин) всередині об'єкту та в районі його залягання;

N_H, N_W, N_V, N_T – відповідно, характеристики природного середовища у районі підводних археологічних робіт (глибини моря, характеристик стану водної поверхні та атмосфери, епюри підводної течії, гідрофізичних гідрохімічних характеристик водного середовища.

Залежності (1) – (14) утворюють узагальнену методику оцінювання ефективності застосування підводної техніки та сучасних водолазних, пілотованих та безекіпажних (роботизованих) підводних технологій на фазі планування проектів глибоководної археології з урахуванням природних факторів у районі виконання археологічних робіт та характеристик досліджуванних підводних об'єктів.

Використання формалізованих підходів до кількісної оцінки складових глобального критерію ефективності у поєднанні з використанням слабо формалізованих кількісних характеристик для всебічної оцінки підводних технологій дають змогу виконувати достовірний порівняльний аналіз можливих варіантів підводно-технічного оснащення морських археологічних експедицій на фазі планування проектів глибоководної археології.

6. Висновки

На основі аналізу сучасного стану управління проектами глибоководної археології та з метою оптимізації експедиційних витрат поставлено завдання розробки узагальненої методики оцінювання ефективності застосування підводної техніки на фазі планування проектів глибоководної археології з урахуванням природних факторів та характеристик затонулих об'єктів. Запропоновано аналітичні залежності для порівняльної оцінки можливих варіантів підводно-технічно-

го оснащення морських археологічних експедицій на фазі планування проектів глибоководної археології, які містять формалізовані показники та слабо формалізовані експлуатаційні обмеження на застосування підводної техніки і технології.

Узагальнена методика дає змогу виконувати достовірний порівняльний аналіз можливих варіантів підводно-технічного оснащення морських археологічних експедицій на фазі планування проектів глибоководної археології.

Література

1. Конвенція ООН з морського права (ратифікована Законом України від 03.06.1999 р. №728-XIV).
2. Окорочков, А. В. История отечественной подводной археологии [Текст] / А. В. Окорочков. – М.: КноРус, 2008. – 160 с.
3. Bowens, A. Underwater Archaeology: The NAS Guide to Principles and Practice [Text] / A. Bowens. – Nautical Archaeology Society UK, 2009. – 226 p.
4. Міжнародна Конвенція про охорону підводної культурної спадщини ЮНЕСКО (XXXI сесія від 02.XI.2001 р., підписана від імені України 06.11.2001 р.).
5. Назаров, В. В. Гидроархеологическая карта Черноморской акватории Украины (памятники античной и средневековой эпох) [Текст] / В. В. Назаров. – К.: Стилос, 2003. – 160 с.
6. Закон України «Про охорону археологічної спадщини» [Текст] / Відомості Верховної Ради України, 2004. – № 26. – ст. 361.
7. Басс, Д. Подводная археология. Древние народы и страны [Текст]: пер с англ. – О. И. Перфильева. – М.: ЗАО «Центрполиграф», 2003. – 202 с.
8. Блінцов, В. С. Базові технології застосування підводних апаратів-роботів для задач морської археології [Текст]: матеріали міжнародної науково-технічної конференції / В. С. Блінцов, С. О. Воронов // Інновації в суднобудуванні та океанотехніці. – Миколаїв: НУК, 2010. – С. 389-391.
9. Сагалевич, А. М. Глубина [Текст] / А. М. Сагалевич. – М.: Научный мир, 2002. – 320 с.
10. Ruppe, C. V. International Handbook of Underwater Archaeology [Text] / C. V. Ruppe, J. F. Barstad. – Springer US, 2002. – 881 p.
11. Consensus Standards for Commercial Diving and Underwater Operations [Text] / Association of Diving Contractors International USA– Published by: Best Publishing Company, 2004. – 254 p.
12. Murielle, R. Underwater Archaeology: History and Methodology [Text] / R. Murielle, V. Raphaële, W. Alain-Xavier. – Periplus Editions (HK), Limited, 2003. – 73 p.
13. Ballard, R. D. Titanic: The Last Great Images [Text] / R. D. Ballard. – Perseus Books Group, 2008. – 191 p.
14. Staniforth, M. Maritime Archaeology: Australian Approaches [Text] / M. Staniforth, M. Nash. – Springer, 2008. – 222 p.
15. Majewski, T. Editors International Handbook of Historical Archaeology [Text] / T. Majewski, D. Gaimster. – Springer LLC, 2009. – 698 p.
16. Cerullo, M. M. Shipwrecks: Exploring Sunken Cities Beneath the Sea [Text] / M. M. Cerullo. – Dutton Children's Books, Penguin, 2009. – 64 p.
17. Зеленко, С. М. Підводна археологія Криму [Текст] / С. М. Зеленко. – К.: ВД «Стилос», 2008. – 272 с.
18. Козак, Д. Н. Стан та перспективи охорони і дослідження археологічної спадщини в Україні [Електронний ресурс] / Д. Н. Козак // – К., 2009. – 40 с. Режим доступу: <http://www.iananu.kiev.ua/newsstr/mouse/pubkozak.html>
19. Океанологические исследования и подводно-технические работы на месте гибели атомной подводной лодки „Комсомолец” [Текст] / под ред. М. Е. Виноградова, А. М. Сагалевича, С. В. Хетагурова. – М.: Наука, 1996. – 362 с.
20. Ballard, R. D. Archaeological Oceanography [Text] / R. D. Ballard. – N. J. Princeton. – Princeton University Press, 2008. – 283 p.
21. Блінцов, В. С. Наукові задачі управління проектами глибоководних археологічних досліджень [Текст] / В. С. Блінцов, О. В. Блінцов, С. О. Воронов, А. В. Надточій // «Вісник НУК». – Миколаїв: НУК. – 2012. – № 2.
22. Сагалевич, А. М. Подводные аппараты в научных исследованиях и подводно-технических работах [Текст]: мат-лы XII Международной научно-технической конференции / А. М. Сагалевич // Современные методы и средства океанологических исследований: – М.: АПР, 2011. – С. 18-20.
23. Блінцов, О. В. Оцінка ефективності застосування підводних апаратів-роботів для пошуку затонулих об'єктів [Текст] / О. В. Блінцов, Ж. Ю. Буруніна, П. Г. Клименко // «Вісник НУК». – Миколаїв: НУК. – 2012. – № 1.
24. Краморенко, А. В. Критерии сравнения характеристик подводных аппаратов с точки зрения возможности выполнения ими подводных работ [Текст]: мат-лы XIII Международной научно-технической конференции / А. В. Краморенко, А. Н. Скакун // Современные методы и средства океанологических исследований: – М.: АПР, 2013. – С. 316-319.
25. Василевський, О. М. Нормування показників надійності технічних засобів: навчальний посібник [Текст] / О. М. Василевський, В. О. Поджаренко. – Вінниця: ВНТУ, 2010. – 129 с.
26. Блінцов, О. В. Оцінка рівня автоматизації самохідних прив'язних підводних систем з маніпуляторами [Текст]: зб. наук. пр. / О. В. Блінцов, В. А. Надточій // НУК. – Миколаїв. – 2012. – № 3-4. – С. 66-70.
27. Гнатієнко, Г. М. Експертні технології прийняття рішень [Текст]: монографія / Г. М. Гнатієнко, В. Є. Снитюк. – К.: McLaut, 2008. – 444 с.