

Аніщенко Л. Я., д-р техн. наук, доц.;

Пісня Л. А., канд. техн. наук;

Свердлов Б. С.;

Барміна І. В.

Науково-дослідна установа «Український науково-дослідний інститут екологічних проблем», м. Харків, Україна

ОСОБЛИВОСТІ ЕКСПЕРТНИХ ПРОЦЕДУР ДЛЯ УПРАВЛІННЯ ЕКОЛОГІЧНОЮ БЕЗПЕКОЮ З ВИКОРИСТАННЯМ МЕТОДУ АНАЛІЗУ ІЄРАРХІЙ

Метод аналізу ієрархій американського математика Томаса Сааті (МАІ) [1, 2] розроблений для аналізу систем будь-якої природи, проведення багатовимірних та рейтингових оцінювань або кількісного зіставлення ієрархічно організованих систем показників.

У науковій практиці УКРНДІЕП МАІ успішно використовується для визначення пріоритетів у задачах комплексної оцінки впливу на довкілля та управління екологічною безпекою планованої діяльності за процедурами оцінки впливу на довкілля (ОВД), стратегічної екологічної оцінки (СЕО), екологічної експертизи, післяпроектного моніторингу (ППМ) та післяпроектного аналізу (ППА), який адаптовано співробітниками лабораторії оцінки впливу на довкілля, стратегічної екологічної оцінки та екологічної експертизи до застосування у сфері охорони довкілля і екологічної безпеки [3 - 5].

Широкі використання МАІ як одного з сучасних експертних методів прийняття управлінських рішень обумовлене багатьма чинниками, зокрема [6]:

- неможливістю кількісного вимірювання деяких показників;
- відсутністю відповідних вимірювальних приладів;
- складністю досліджуваних явищ;
- великими витратами коштів або часу при вимірюванні;
- відсутністю необхідних обсягів вірогідної інформації;
- суб'єктивністю досліджуваних характеристик тощо.

Суть МАІ [1, 2] полягає у декомпозиції складної проблеми у вигляді ієрархічної багаторівневої структури (*мета* - > *критерії* - > *підкритерії* - > *фактори* - > *альтернативи*), кожен рівень якої складається з окремих елементів; побудові

матриць попарних порівнянь елементів на підставі експертних суджень щодо ступеню переваги одного елементу пари над іншим у балах за шкалою попарних порівнянь (таблиця 1); подальшої математичної обробки експертних суджень, за результатами якої визначається відносний ступінь взаємодії або взаємозалежності елементів ієрархії, що виражається у числовій формі; визначенні узагальнених глобальних пріоритетів серед варіантів (альтернатив), що розглядалися. Окрім ієрархічної структуризації проблеми MAI вигідно відрізняється серед інших експертних методів поєднанням експертно-аналітичного підходу з використанням алгебраїчної теорії матриць, що дозволяє включити для розгляду всі наявні, навіть різномірні, дані та приймати рішення в умовах багатокритеріальності.

Таблиця 1 – Фундаментальна шкала відносної важливості факторів

Ступінь переваги	Визначення	Коментарі
1	Рівна перевага	Дві альтернативи однаково добрі з точки зору мети
2	Слабкий ступінь переваги	Проміжна градація між рівною і середньою перевагою
3	Середній ступінь переваги	Досвід експерта дозволяє вважати одну з альтернатив трохи кращою за іншу
4	Ступінь переваги вище середнього	Проміжна градація між середньою та помірно сильною перевагою
5	Помірно сильна перевага	Досвід експерта дозволяє вважати одну з альтернатив явно кращою за іншу
6	Сильна перевага	Проміжна градація між помірно сильною та дуже сильною перевагою
7	Дуже сильна (очевидна) перевага	Досвід експерта дозволяє вважати одну з альтернатив набагато кращою за іншу; домінування альтернативи підтверджено практикою
8	Дуже, дуже сильна перевага	Проміжна градація між дуже сильною та абсолютною перевагою
9	Абсолютна перевага	Очевидність величезної переваги однієї альтернативи над іншою має незаперечне підтвердження

Адаптація MAI включає розробку алгоритму метода, моделей типових для обраної сфери ієрархічних структур, таблиць вербальних характеристик (описів) елементів ієрархій та зв'язків між ними, модифікованої шкали відносної важливості факторів для попарного експертного оцінювання (зважування) елементів ієрархії (таблиця 2).

Ці розробки враховані у програмному продукті [7]. На відміну від більшості раніше розроблених програм передбачена побудова багаторівневих ієрархій з

практично необмеженою кількістю елементів та збереження усіх проміжних етапів, що дозволяє повертатись до попередніх кроків для виправлення помилок аналізу та вдосконалення результатів розрахунків. У програмному продукті також передбачено заповнення та уточнення таблиці вербального опису зв'язків між елементами суміжних рівнів ієрархії в ході проведення аналізу

Таблиця 2 – Модифікована шкала попарного експертного оцінювання (зважування) елементів ієрархії

Бал за шкалою Т. Сааті	Вербально-аргументована оцінка	Примітки (коментарі) щодо оцінювання елементів в ієрархії
0	Елементи не можуть бути порівняні з точки зору досягнення мети	Відсутність взаємного зв'язку та впливу
1	Елементи рівноцінні з точки зору досягнення мети	Елементи можуть бути порівняні але на підставі наявних даних неможливо надати перевагу одному елементу над іншим
2	Слабка перевага одного елемента над іншим	Перевага одного елемента над іншим ґрунтується на власному досвіді експерта, але для її підтвердження бракує надійних і достовірних даних
3	Середній ступінь переваги одного елемента над іншим	Перевага одного елемента над іншим ґрунтується на власному досвіді експерта та гарантовано підтверджується даними одного з показників (характеристик) (під гарантованим підтвердженням розуміється наявність надійних і вірогідних даних на користь одного елемента)
4	Перевага одного елемента над іншим є вищою за середній ступінь	Перевага одного елемента над іншим гарантовано підтверджується даними двох або більше, але менше половини, показників
5	Помірно сильна перевага одного елемента над іншим	Перевага одного елемента над іншим гарантовано підтверджується даними не менше, ніж половини показників, до того ж, не менш ніж половина усього масиву даних є надійною і достовірною
6	Сильна перевага одного елемента над іншим	Перевага одного елемента над іншим ґрунтується на 75% усіх даних і гарантовано підтверджується даними більш ніж половини показників
7	Очевидна (дуже сильна) перевага одного елемента над іншим	Перевага одного елемента над іншим є очевидною і практично підтвердженою або не викликає сумнівів.
8	Більш ніж очевидна перевага одного елемента над іншим, але ще не абсолютна	Перевага одного елемента над іншим не викликає сумнівів, але говорити про абсолютну перевагу не можна

Бал за шкалою Т. Сааті	Вербально-аргументована оцінка	Примітки (коментарі) щодо оцінювання елементів в ієрархії
9	Абсолютна перевага одного елемента над іншим	Перевага одного елемента над іншим беззаперечна та підтверджена всіма даними, включаючи похибку вимірювань

Відбір експертів – ключовий етап проведення експертизи [1, 2, 8]. Зокрема до експертів у галузі економічної безпеки підприємства [9] висуваються такі вимоги:

- глибокі спеціальні знання в області проведення експертизи;
- високий рівень загальної ерудиції;
- здатність до адекватного відображення тенденцій розвитку об'єкта дослідження, технологічна спрямованість на майбутнє;
- науковий інтерес до оцінюваного предмета, відсутність особистої зацікавленості в результатах оцінки;
- значний виробничий або дослідницький досвід в аналізованій сфері.

Також в [9] зазначається, що на практиці показником кваліфікації експерта інколи слугує ступінь відхилення його думки від усередненої думки інших експертів. Експерт вважається тим кращим, чим менше це відхилення, хоча бувають і винятки, коли має рацію тільки один експерт.

У сфері охорони довкілля та екологічної безпеки існують різні підходи до залучення експертів [5, 8]. Аналіз численних публікацій з цього приводу та спроб унормування вимог до експертів з проведення екологічної експертизи та процедур СЕО та ОВД засвідчив, що одностайність думок існує лише щодо необхідності залучення для цього групи експертів, тоді як кваліфікаційні вимоги складають широкий спектр, причому окремі позиції є несумісними між собою, як це впливає з наведеного нижче узагальненого переліку вимог:

1 - експерт має бути досвідченим фахівцем з вузького спектру питань щодо певної складової довкілля, а експертна група – об'єднувати фахівців з різних складових довкілля з умовою, що кожний фахівець самостійно формулює думку відповідно до наданого завдання;

2 - основні вимоги, як у п. 1, але накладається додаткова вимога про відсутність на час проведення експертизи, а також у минулому, участі у розробці будь-яких матеріалів ОВНС, СЕО та ОВД;

3 - експерт має бути фаховим екологом широкого профілю та, бажано, мати досвід у проведенні оцінки впливу господарської діяльності на довкілля, але не бути

причетним до розробки матеріалів CEO або ОВД оцінюваної діяльності; кожний фахівець самостійно формулює думку відповідно до наданого завдання;

4 - основні вимоги, як у п. 3, але вимога щодо відсутності зв'язку з розробкою матеріалів CEO або ОВД оцінюваної діяльності не накладається.

5 - експерти обираються з представників зацікавленої (місцевої) громадськості, які мають вищу освіту та загальну ерудицію у екологічній галузі; кожний залучений представник громадськості кожний фахівець самостійно формулює думку відповідно до наданого завдання;

6 – 10 - вимоги кожного з пунктів з 6-го по 10-ий є повторенням, відповідно, вимог пунктів з 1-го по 5-ий, але замість прийняття індивідуальних рішень передбачається співпраця усіх залучених експертів та формування спільних висновків за завданнями експертизи шляхом дискусійного обговорення суджень кожного з експертів та узгодження їх позицій.

Головним завданням експертів, які відбираються для проведення комплексної багатофакторної оцінки впливів господарської діяльності на довкілля та управління екологічною безпекою з використанням методу MAI, є визначення ступеню переваги одного з двох порівнюваних елементів ієрархії над іншим з аспектах досягнення загальної мети (вершини ієрархії) з врахуванням спектру можливих заходів (альтернатив найнижчого рівня ієрархії). Цей процес відбувається шляхом заповнення обернено-симетричних матриць попарних порівнянь з перевіркою внутрішньої формальної узгодженості кожної заповненої матриці за допомогою коефіцієнта узгодженості [1, 2] .

Виходячи з цього проаналізуємо недоліки і переваги відбору експертів для залучення до вирішення задач управління екологічною безпекою за кожною парою перелічених вище варіантів вимог (1 та 6, 2 та 7, 3 та 8, 4 та 9, 5 та 10).

Варіанти 1 та 6. Кожний з експертів, залучених за вимогами варіанту 1, скоріш за все, зможе сформулювати обґрунтовану думку лише з питань впливу на його фахову складову довкілля, але аж ніяк не з усього окресленого в ієрархії кола питань. Результатом їх оцінювання буде масив заповнених матриць, кожна з яких не відображає імовірного чи реального співвідношення значущості різних впливів на багатокомпонентне довкілля. Статистична обробка одержаного масиву матриць не призведе до істотного підвищення об'єктивності оцінок через явно недостатню для статистичних методів кількість досяжних для залучення фахівців.

Натомість, у разі переходу до варіанту 6 можна очікувати на одержання достатньо об'єктивних результатів експертизи з використанням методу MAI, оскільки кожний вузький спеціаліст має великі шанси переконливо обґрунтувати перед іншими членами експертної групи власне судження, якщо воно підкріплене професійним досвідом.

Варіанти 2 та 7. Вимога про відсутність на час проведення експертизи, а також у минулому, участі у розробці будь-яких матеріалів ОВНС, СЕО та ОВД виникла з бажання уникнути будь-якої можливості корупційних стосунків або спільних інтересів між експертами і суб'єктами господарської діяльності, але такі обмеження змушують обмежити пошук експертів лише фахівцями, які позбавлені жодного досвіду оцінювання впливів господарської діяльності на довкілля та для яких обмежена попередня обізнаність із законодавчою та методичною базою СЕО та ОВД може виявитися недостатньою для повноцінної участі у експертному аналізі з використанням методу MAI.

Лише у випадку, коли метод MAI застосовується на стадії експертизи проектних матеріалів планованої діяльності, є виправданою частина цієї вимоги, що стосується відсутності участі експерта у розробці матеріалів ОВНС, СЕО та ОВД саме цієї планованої діяльності,

У відношенні до інших вимог варіантів 2 та 7 залишається слушним усе, зазначене вище для варіантів 1 та 5.

Варіанти 3 та 8. Залучення до аналізу ієрархій за модифікованим методом MAI фахових екологів широкого профілю полегшує досягнення збалансованих оцінок впливів з обґрунтованим врахуванням усього комплексу факторів впливу та факторів довкілля, що піддаються впливу господарської діяльності. Вимога щодо відсутності участі експерта у розробці матеріалів ОВНС, СЕО та ОВД саме планованої діяльності, щодо якої проводиться експертиза, в обов'язковому порядку має застосовуватися лише під час проведення зовнішньої експертизи проектних матеріалів. Можливість вироблення спільних рішень (варіант 8) слід вважати додатковою сприятливою умовою для одержання об'єктивних оцінок.

Варіанти 4 та 9. Варіанти є привабливими з практичної точки зору під час розробки матеріалів СЕО, ОВД та ОВНС, оскільки передбачається можливість включення до складу експертних груп фахових екологів з числа розробників саме цих матеріалів. Ці фахівці, зазвичай, є найглибше зануреними у аналіз впливів даної господарської діяльності. Для запобігання проявам упередженого ставлення

розробників до експертного аналізу з використанням методу MAI, внаслідок контактів із замовником матеріалів, може бути доцільним окреме врахування їх суджень при визначенні пріоритетів.

Варіанти 5 та 10. Варіанти є найбільш складними в реалізації, оскільки одержання вагомих результатів від залучення громадських експертів є неможливим без витрачання великої кількості часу на їх попередню спеціальну підготовку. Тим не менш, застосування цих варіантів може відіграти велику роль у випадках, коли громадськість вимагає свого активного залучення до оцінювання наслідків господарської діяльності для довкілля та здоров'я людини або висловлює упереджено-негативні судження щодо екологічності проєктних рішень.

Варто зазначити, що варіант 5 може мати додаткову цінність у порівнянні з варіантом 10, оскільки за умов залучення достатньої кількості представників громадськості окрім врахування персональних суджень окремих громадян стає можливою їх статистична обробка.

На підставі виконаного аналізу пропонуються такі критерії залучення експертів до проведення експертно-аналітичних процедур за методом MAI:

- знання з ідеології та методики MAI, навички застосування методу експертних оцінок впливу на складові довкілля, обізнаність з практичним застосуванням адаптованого MAI для екологічних завдань;
- кваліфікація та/або досвід роботи за фахом «еколог», обізнаність стосовно визначень понять: критерії, фактори, умови, характеристики, параметри екологічного стану досліджуваних територій та їх практичного використання;
- навички роботи з аналітичними даними в галузі екологічної безпеки та природоохоронної діяльності, включаючи ГІС-карти досліджуваної території;
- обізнаність із законодавчою та методичною документацією щодо процедур екологічної оцінки впливу господарської діяльності;
- обізнаність з наявними матеріалами щодо складу та стану компонентів довкілля зони впливу оцінюваної господарської діяльності та місцевими екологічними проблемами.

У роботах Т. Сааті [1, 2] важливе місце відведено організації самого процесу попарного порівняння.

Передбачається, що попарні порівняння виконуються шляхом безпосереднього опитування осіб (або окремої особи, якщо завдання стосується лише її однієї), які можуть бути, а можуть і не бути експертами, але знайомі з проблемою. Центральним

моментом запропонованого Т. Сааті підходу є те, що пріоритети мають бути встановлені незважаючи на те, що судження окремих осіб часто не узгоджені.

Особі, яка висловлює судження, ставлять запитання такого типу: «Який елемент із запропонованої пари елементів матриці здається Вам більш наділений даною властивістю чи сприятливим для прояву даної властивості? Наскільки великим є це переважання за шкалою: рівне, слабе, сильне, очевидне чи абсолютне, або ж це переважання краще охарактеризувати компромісною величиною між суміжними значеннями?»

Питання має бути ретельно сформульоване, щоб виявити судження чи відчуття залучених осіб. Слід зберігати однаковість побудови питань. Важливо зосередити увагу на визначеннях властивостей, оскільки для людського мислення характерне прагнення до нечітких узагальнень.

Процедура може розпочатися з загострення уваги на рядках матриці у порядку переважання відповідних елементів, очікуючи, що особи, можливо, заздалегідь визначать порядок домінування елементів. Спочатку порівнюються найсильніший і найслабший елементи, щоб отримати орієнтир для інших величин.

У монографіях [1, 2] виокремлені такі етапи експертного процесу МАІ:

1. Сформулюйте завдання.
2. Поставте завдання у загальному плані – вставте її (якщо є потреба) у велику систему, що включає інші дійові особи, їх цілі та результати.
3. Ідентифікуйте критерії, що впливають на завдання.
4. Побудуйте ієрархію загальних критеріїв, приватних критеріїв, властивостей альтернатив та самих альтернатив.
5. У задачі з багатьма учасниками рівні можуть відноситися до навколишнього середовища, акторів, їх цілей, політики та результатів, з яких отримуємо узагальнений результат (стан сфери дії).
6. Щоб усунути неясність, ретельно визначте кожен елемент у ієрархії.
7. Встановіть пріоритети первинних критеріїв щодо їх впливу на загальну мету, яка називається фокусом.
8. Ясно сформулюйте питання для парних порівнянь у кожній матриці. Зверніть увагу на орієнтацію кожного питання, наприклад вартість повинна зменшуватися, а ефективність збільшуватися.
9. Встановіть пріоритети часткових критеріїв щодо своїх загальних критеріїв.
10. Введіть судження про попарні порівняння та їх зворотні величини.

11. Обчисліть пріоритети шляхом підсумовування елементів кожного стовпця та поділу кожного елемента на загальну суму стовпця.

Т. Сааті бачив низку переваг групового експертного аналізу [1, 2, 10]. Участь кількох людей дозволяє приходити до компромісних суджень під час попарного порівняння різних елементів, зокрема, шляхом зіставлення суджень осіб, які мають різний досвід.

Якщо в процесі беруть участь кілька осіб, то вони, на думку Т. Сааті, можуть допомагати одна одній в уточненні своїх думок, а також розділити між собою завдання так, щоб зробити судження в тих сферах, де вони є достатньо компетентними, доповнюючи одна одну. У намаганні досягти консенсусу особи, для яких певна порівнювана пара елементів не має особливого значення, можуть поступитися судженню інших осіб і, у свою чергу, попросити про подібні поступки у інших осіб стосовно тієї пари елементів, які для них є важливими.

Щоб уникнути подальших суперечок, перед тим, як розпочати визначення пріоритетів, необхідно спробувати записати визначення введених елементів.

Найкращий спосіб залучити велику групу людей [1, 2, 10, 11] – або вибрати вузьку мету для дискусії, або, що краще, заготувати для них деяку ієрархію для обговорення, а потім розділити їх на однорідні групи і дати можливість кожній групі робити судження по частинах ієрархії, які відображають їх особисті інтереси.

Наш досвід [5] свідчить, що досягнення консенсусу значно полегшується, якщо в якості модератора до експертної групи залучається системний аналітик у галузі екології.

У роботах [10, 11] стосовно прийняття рішень для підтримки групових процесів у поточному та майбутньому складному середовищі, показано, що МАІ є науковим підходом для підтримки групових процесів у поточному та майбутньому складному середовищі де «у нашому дедалі складнішому середовищі прийняття рішень стає все більш складним завданням для лідерів і практиків. Робота в групах здається нормою, тому що узгодження бачень і дій має вирішальне значення для організації. Лідеру або груповому фасилітатору потрібна система підтримки, щоб зробити колективне мислення ефективним».

У випадках, коли консенсусу досягти не вдається Т. Сааті вважає за доцільне застосовувати геометричне середнє індивідуальних суджень експертів у кожній матриці порівнянь [1, 2].

Висновки

У науковій практиці УКРНДІЕП для визначення пріоритетів у задачах комплексної оцінки впливу на довкілля та управління екологічною безпекою планованої діяльності успішно використовується метод аналізу ієрархій (MAI), який адаптовано до застосування у сфері охорони довкілля і екологічної безпеки.

Адаптація MAI включає розробку алгоритму метода, моделей типових для обраної сфери ієрархічних структур, таблиць вербальних характеристик (описів) елементів ієрархій та зв'язків між ними, модифікованої шкали відносної важливості факторів для попарного експертного оцінювання (зважування) елементів ієрархії.

Ці розробки враховані у створеному програмному продукті, у якому, на відміну від більшості раніше розроблених програм для реалізації MAI, передбачено побудову багаторівневих ієрархій з практично необмеженою кількістю елементів та збереження усіх проміжних етапів побудови ієрархії та розрахунків, що дозволяє повертатись до попередніх кроків для виправлення помилок аналізу та вдосконалення результатів розрахунків. У програмному продукті також передбачено заповнення та уточнення таблиці вербального опису зв'язків між елементами суміжних рівнів ієрархії в ході проведення аналізу.

Ключовим етапом реалізації MAI є відбір експертів. Головним завданням експертів, які відбираються для проведення комплексної багатофакторної оцінки впливів господарської діяльності на довкілля та управління екологічною безпекою з використанням методу MAI, є визначення ступеню переваги одного з двох порівнюваних елементів ієрархії над іншим з аспектів досягнення загальної мети (вершини ієрархії) з врахуванням спектру можливих заходів (альтернатив найнижчого рівня ієрархії). Цей процес відбувається шляхом заповнення обернено-симетричних матриць попарних порівнянь з перевіркою внутрішньої формальної узгодженості кожної заповненої матриці за допомогою коефіцієнта узгодженості.

Серед різних підходів до залучення фахових експертів, які застосовуються у сфері охорони довкілля та екологічної безпеки, найбільш доцільним для проведення експертно-аналітичних процедур з використанням MAI, на нашу думку, є відбір експертів за такими критеріями:

- знання з ідеології та методики MAI, навички застосування методу експертних оцінок впливу на складові довкілля, обізнаність з практичним застосуванням адаптованого MAI для екологічних завдань;

- кваліфікація та/або досвід роботи за фахом «еколог», обізнаність стосовно визначень понять: критерії, фактори, умови, характеристики, параметри екологічного стану досліджуваних територій та їх практичного використання;
- навички роботи з аналітичними даними в галузі екологічної безпеки та природоохоронної діяльності, включаючи ГІС-карти досліджуваної території;
- обізнаність із законодавчою та методичною документацією щодо процедур екологічної оцінки впливу господарської діяльності;
- обізнаність з наявними матеріалами щодо складу та стану компонентів довкілля зони впливу оцінюваної господарської діяльності та місцевими екологічними проблемами.

Найкращих результатів фахова експертна група може досягти за умов колективного обговорення експертного завдання, оскільки тоді кожний спеціаліст має змогу переконливо обґрунтувати перед іншими членами експертної групи власне судження, зроблене на підставі професійного досвіду.

Залучення громадських експертів до участі у проведенні експертно-аналітичних процедур з використанням МАІ пов'язано з додатковими труднощами, оскільки є неможливим без витрачання великої кількості часу на їх попередню спеціальну підготовку. Тим не менш, таке залучення може відіграти велику роль у випадках, коли громадськість вимагає свого активного залучення до оцінювання наслідків господарської діяльності для довкілля та здоров'я людини або висловлює упереджено-негативні судження щодо екологічності проєктних рішень. Крім того, залучення представників громадськості до експертно-аналітичних процедур уможливорює збільшення чисельності експертної групи та статистичну обробку персональних суджень окремих громадян.

Література

1. Saaty T.L. The analytic hierarchy process. Planning, Priority Setting, Resource Allocation – N.-Y.: McGraw Hill, 1980. – 288 p.
2. Saaty T L (1994). Fundamentals of Decision Making and Priority Theory with the Analytic Hierarchy Process. RWS Publications, Pittsburgh, Pa. - 527p.
3. Аніщенко Л.Я. Застосування методу аналізу ієрархій у процедурі стратегічної екологічної оцінки/ Л.Я. Аніщенко, Л.А. Пісня, Б.С. Сverdlov //Екологічна безпека: проблеми і шляхи вирішення: зб. наук. пр. XV Міжнародної наук.-практ. конференції

- (м.Харків, 9-13 вересня 2019 р.)/ УкрНДІЕП. – Х.: ПП «Стиль-Іздат», 2019. - С. 14-17.
URL:<http://www.niiep.kharkov.ua/sites/default/files/Sbornik2020.pdf>
4. Аніщенко Л.Я., Свердлов Б. С. Багатокритеріальна комплексна оцінка впливів і управління екологічною безпекою водогосподарських систем методами системного аналізу // Екологічна безпека: проблеми і шляхи вирішення: зб. наук. статей XVII Міжнародної наук.-практ. конф. (м. Харків, 13 – 17 вересня, 2021 рік)/ УКРНДІЕП. - ПП «Стиль-издат», 2021. – с.26-30.
URL:<http://www.niiep.kharkov.ua/sites/default/files/Sbornik2021.pdf>
5. Основні публікації / Лабораторія оцінки впливу на довкілля, стратегічної екологічної оцінки та екологічної експертизи. URL: <http://www.niiep.kharkov.ua/node/177>
6. Петруня Ю.Є., Літовченко Б.В., Пасічник Т.О. Прийняття управлінських рішень: навч. посібник. 3-тє видання, перероблене і доповнене. Дніпропетровськ, 2015. - 209 с.
7. Комп'ютерна програма «PROGRAM OF ANALYTICAL SYSTEM OF STRATEGIC ENVIRONMENTAL ASSESSMENT. ANALYTIC HIERARCHY/NETWORK PROCESS» / Л.А. Пісня, Л.Я. Аніщенко, Б.С. Свердлов, С.Б. Свердлов. Номер свідоцтва про реєстрацію авторського права на твір: 121616, Дата реєстрації авторського права: 06.12.2023, Об'єкт авторського права, до якого належить твір: 16. Комп'ютерні програми, Дата публікації: 29.12.2023, Номер бюлетеня: 78, с.133. <https://ukrpatent.org/uk/articles/bulletin-copyright>.
8. Лисенко О.І., Яковлев Є.О., Чумаченко С.М., Пісня Л.А. Експертно-аналітичне оцінювання в задачах екологічної безпеки. Міфи та реальність // Зб. наук. пр. «Воєнно-екологічна думка». Вип. №2 «Актуальні проблеми екологічної безпеки військової діяльності». К.: ННДЦ ОТ та ВБ України. - 2007. С. 19-27.
9. Олексієнко Р.Ю., Донець А.О. Місце експертної оцінки у прийнятті управлінських рішень. Економіка та суспільство, 2021. Випуск 46/2021. С. 101–108. URL: <https://economyandsociety.in.ua/index.php/journal/article/view/381>
DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2021-26-59>
10. Saaty T. L. Group Decision Making: Drawing out and Reconciling Differences / T.L. Saaty, K. Peniwati. — Pittsburgh, Pennsylvania: RWS Publications, 2008. — 385 p.
11. Peniwati, K. (2017). GROUP DECISION MAKING: DRAWING OUT AND RECONCILING DIFFERENCES. International Journal of the Analytic Hierarchy Process, 9(3). <https://doi.org/10.13033/ijahp.v9i3.533>