

УДК 65.004.1(075.8)

# МОДЕЛІ ВИЗНАЧЕННЯ КОЕФІЦІЄНТІВ ВАЖЛИВОСТІ ЕКОЛОГІЧНИХ ФАКТОРІВ ПРИ УПРАВЛІННІ ЕКОЛОГІЧНИМ ПРОЕКТОМ НА АВТОТРАНСПОРТНОМУ ПІДПРИЄМСТВІ

Д.т.н. Ю.А. Петренко, к.т.н. О.С. Кононихін, Т.Г. Щербакова, Харківський національний автомобільно-дорожній університет

*В роботі проведено аналіз відомих методів експертної оцінки і дано рекомендації, щодо застосування їх для екологічної експертизи при управлінні екологічними проектами на автотранспортному підприємстві в умовах невизначеності і неповної інформації, та розроблені моделі визначення коефіцієнтів важливості екологічних факторів.*

*В работе проведен анализ известных методов экспертной оценки и даны рекомендации их применения для экологической экспертизы при управлении экологическими проектами на автотранспортном предприятии в условиях неопределенности и неполной информации, и разработаны модели определения коэффициентов важности экологических факторов.*

*The analysis of the known methods of expert estimation is in-process conducted and recommendations of their application are given for ecological examination at a management ecological projects on a motor transport enterprise in the conditions of vagueness and incomplete information, and the models of determination of coefficients of importance of ecological factors are worked out.*

**Ключові слова:** управління складними процесами, методи прийняття рішень, нечітка інформація, управління екологічним проектом.

Актуальність статті полягає в тім, що останнім часом зріс інтерес до управління проектами, що представляє собою методологію організації, планування, керівництва, координації людських і матеріальних ресурсів протягом життєвого циклу проекту (говорять також - проектного циклу), спрямовану на ефективне досягнення його цілей шляхом застосування системи сучасних методів, техніки і технологій управління для досягнення визначених у проекті результатів [1, 2].

На сьогодні, рішень в умовах невизначеності, використовується в багатьох предметних областях, сферах людської діяльності, у тому числі і при управлінні екологічним проектом (ЕП). Це судження підтверджується присутністю елементу нечіткості, в нашому випадку це не однозначні або нечіткі відповіді на судження про екологічний проект на автотранспортному підприємстві (АТП), такі як: першочерговий вибір ЕП для впровадження на підприємстві; визначення періоду часу через який наступить екологічний ефект від впровадження ЕП на АТП і інші критерії. Відповіді на ці судження в 1965 р. Л.А. Заде запропонував шукати в теорії нечітких (розмитих, розпливчатих, fuzzy) множин [3,4].

## Аналіз публікацій

Проведемо аналіз існуючих методів екологічної оцінки об'єкта.

Метод "групової експертизи" [1, 5-7]. Метод призначений для вибору між альтернативними проектами. Метод дозволяє тільки одержати відповідь у вигляді: (прийнятне або не прийнятне). Також відсутня оцінка необхідних економічних і технічних засобів для динамічного контролю діяльності об'єкта. Використання даного методу дозволяє оцінювати тільки ті об'єкти (проекти), що мають однакову або близьку природу впливу на навколишнє природне середовище.

Метод "інтегрованої експертної оцінки" [1]. Метод застосовується для порівняльної оцінки проектних і технологічних рішень між собою, із метою вибору з них найбільше раціонального в екологічному аспекті. Суть методу полягає в тому, що для кожного проекту визначається інтегрований показник, що розраховується з обліком значимості окремих параметрів стану навколишнього природного середовища. Визначення показника виробляється з урахуванням значимості впливу окремих параметрів об'єкта на навколишнє природне середовище.

Ухвалення рішення про ступінь впливу об'єктів на навколишнє природне середовище і проведення екологічних заходів визначається числовим значенням інтегрованого показника. Якщо інтегрований показник знаходиться в межах значень 2,51-3,00, то діяльність об'єкта вважається прийнятною, якщо в межах 1,51-2,50, то діяльність об'єкта вважається можливою з застосуванням додаткових охоронних екологічних заходів, а якщо в межах 1,00-1,50, то діяльність об'єкта заборонена без обов'язкового проведення відповідних природоохоронних заходів.

Метод застосовується тільки для об'єктів, що мають однакову або близьку природу впливу на навколишнє середовище. Вибір коефіцієнта значимості відбуває без математичного обґрунтування того або іншого значення і без урахування натурних вимірів на конкретному об'єкті. Метод не дозволяє враховувати комплекс необхідних витрат для проведення оцінки впливу на навколишнє природне середовище.

Метод аналізу ієрархій [8,9]. В розглянутих методах постає задача розробки моделі розрахунку коефіцієнтів важливості факторів. Однією з основних труднощів застосування моделей такого розрахунку є подання порівнянь у вигляді числових значень за деякою шкалою. Крім того, модель повинна давати близькі

результати при невеликих відхиленнях у числовому поданні порівнянь.

Звичайно при числових попарних порівняннях двох складних елементів не так просто буває передати у вигляді точних цифр почуття і досвід експерта із приводу того, на скільки вплив одного з елементів на досягнення деякої мети більше, ніж іншого. Саме призначення цифр нерідко здається штучним. Тому потрібна систематична процедура розподілу елементів за різними рангами важливості чи пріоритетності та присвоєнням кожному елементу відповідного рангу свого числового значення. Для розрахунку коефіцієнтів важливості пропонується використовувати метод аналізу ієрархій.

Сутність методу аналізу ієрархій [8, 9] полягає в декомпозиції проблеми на більш прості складові частини і подальшому опрацюванню послідовності міркувань особи, що приймає рішення, за парними порівняннями. У результаті може бути виражений відносний ступінь взаємодії (залежності) елементів в ієрархії. Ці взаємозалежності потім виражаються чисельно. Метод аналізу ієрархій включає процедури синтезу множини порівнянь, одержання пріоритетності чи важливості критеріїв і знаходження альтернативних рішень. Отримані в такий спосіб значення є оцінками в шкалі відношень (залежностей) і відповідають так званим жорстким оцінкам. Таким чином, застосування цього метода значно підвищує ефективність запропонованих методів експертної оцінки.

### Постановка задачі

Розглянемо задачу розробки моделі розрахунку коефіцієнтів важливості екологічних факторів (ЕФ):  $v_i$ ,  $v_{ij}$  (де  $i = \overline{1, n}$  – індекси розподілу за умови однорідності території, а  $j = \overline{1, m}$  – додатковий індекс розподілу за умови неоднорідності територій). Однією з основних труднощів застосування моделей такого розрахунку є подання порівнянь у вигляді числових значень за деякою шкалою. Будь-який метод такого подання повинний задовольняти багатьом критеріям. Він має правильно відображати ті міркування, що проявляються в результатах порівняння; деяка невизначеність у порівняннях не повинна сильно впливати на відповідне числове значення; і навпаки, значна різниця в порівняннях повинна відображатися настільки ж значним розкидом на числовій шкалі.

Крім того, модель повинна давати близькі результати при невеликих відхиленнях у числовому поданні порівнянь.

Звичайно при числових попарних порівняннях двох складних елементів не так-просто буває передати у вигляді точних цифр почуття і досвід експерта із приводу того, на скільки вплив одного з елементів на досягнення деякої мети більше, ніж іншого. Саме призначення цифр нерідко здається штучним. Тому потрібна систематична процедура розподілу елементів за різними рангами важливості чи пріоритетності та присвоєнням кожному елементу відповідного рангу свого числового знання.

Щоб представити результат порівняння двох елементів у вигляді конкретних цифр, потрібно глибоке розуміння характеристик обох порівнювальних елементів і особливо того, у якій мірі їхні властивості впливають на досягнення мети. Передбачається, що джерелом для порівнянь є опитування експертів, знайомих з порівнюваними елементами, з загальною метою та їхнім взаємозв'язком. Самі порівняння вказують на відносну важливість чи пріоритетність одного об'єкта в порівнянні з іншим з погляду досягнення мети.

### Результати дослідження

Розглянемо спочатку в загальному вигляді декомпозицію задачі визначення вагових коефіцієнтів  $v_i$  ( $i = \overline{1, n}$ ) в ієрархії для моделей оптимального розподілу засобів при наявності неоднорідних (різних за походженням) ЕФ на однорідній території: “Які з ЕФ суттєво впливають на дану територію?”.

Тобто, для вирішення кінцевої задачі: “Які саме засоби або заходи захисту необхідно спроектувати для даної території?”.

На першому (верхньому) рівні знаходиться загальна мета – “Визначення вагових коефіцієнтів (ВК) неоднорідних ЕФ” (рис. 1.).

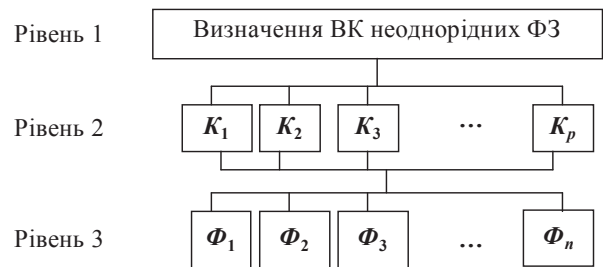


Рис. 1. Декомпозиція задачі визначення ВК неоднорідних ЕФ для однорідної території

На другому рівні знаходяться критерії, що уточнюють мету (ціль):  $K_1, K_2, \dots, K_p$ . Це можуть бути, наприклад такі, як: хімічна природа ЕФ, кількісний показник ЕФ (наприклад, граничнодопустима концентрація), умови розповсюдження ЕФ (летючість, розчинність й т.ін.) і т.п.

На третьому (нижньому) рівні знаходяться ЕФ:  $\Phi_1, \Phi_2, \dots, \Phi_n$ , які повинні бути оцінені.

В деяких задачах кількість елементів, які порівнюються на рівні 3, може бути великою ( $n > 9$ ). Крім того, можливі труднощі в порівнянні деяких з них попарно. В цьому випадку вводяться субкритерії на третьому рівні:  $CK_1, CK_2, \dots, CK_k$ , які об'єднуються в групи не більше чим 9 елементів ЕФ на четвертому рівні (рис.2.). Наприклад, для  $CK_1$ :  $\Phi_{11}, \Phi_{12}, \dots, \Phi_{r1}$ , аналогічно – для решти.

При цьому, для кожного ЕФ перевіряють, який із субкритеріїв описує його найкращим чином, і приймається пріоритет цього субкритерію, зрозуміло, що загальна кількість ЕФ на рівні 4 не менше  $n$ , тобто:  $r_1 + r_2 + \dots + r_i \geq n$ .

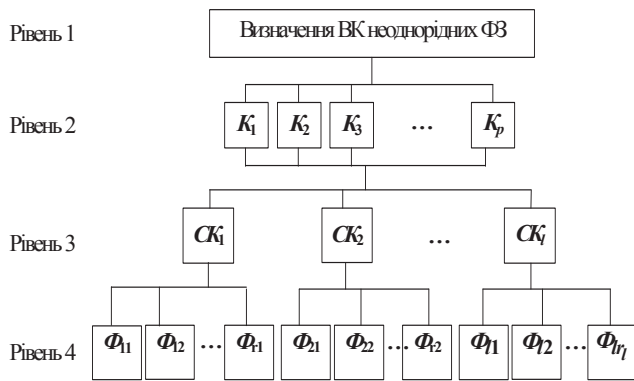


Рис. 2. Декомпозиція визначення ВК неоднорідних ЕФ для однорідної території при наявності субкритеріїв СК

Наступною задачею є задача визначення пріоритетів  $v_{ij} (j = \overline{1, m})$  територій для моделей оптимального розподілу способів та засобів при наявності однорідних ЕФ і неоднорідної території.

Побудуємо ієрархічне подання даної задачі: “Яка територія потребує найбільшої уваги з точки зору екологічної безпеки?”.

На першому рівні знаходиться мета – “Визначення пріоритетів територій”. Як і раніше, на другому рівні знаходяться критерії, що уточнюють ціль:  $K_1, K_2, \dots, K_r$ . Це можуть бути критерії, які об’єднують окремі території, що зазнають впливу від об’єктів ОВТ в зоні, які відрізняються одна від одної величиною впливу на екологічну безпеку.

На третьому рівні знаходяться території, що зазнають впливу від об’єктів АТП (рис.3). Відзначимо, що в загальному випадку зв’язки між елементами другого і третього рівнів можуть бути неповними.

Таким чином, обґрунтовано застосування розглянутих методів в залежності від повноти та визначеності інформації.

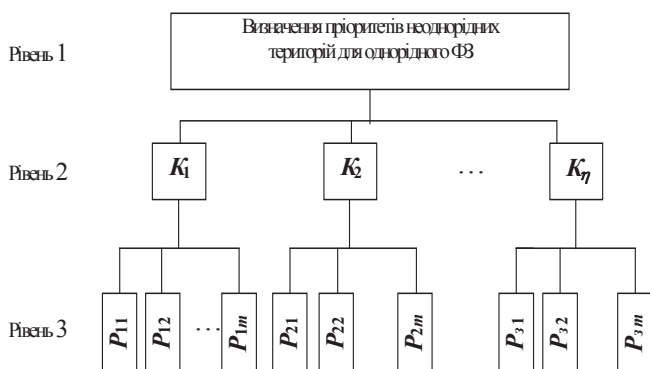


Рис. 3. Декомпозиція задачі визначення пріоритетів неоднорідних територій, що зазнають впливу від однорідного ЕФ

## Висновки

В роботі проведено аналіз відомих методів експертної оцінки і дано рекомендації, щодо застосування їх для попередньої екологічної експертизи при управлінні екологічними проектами на автотранспортному підприємстві в умовах невизначеності і неповної інформації.

Набув подальшого розвитку метод аналізу ієрархій за рахунок його розповсюдження на нову предметну область - екологічну експертизу при управлінні екологічними проектами автотранспортного підприємства. В результаті його застосування для декомпозиції задач комплексної оцінки екологічних характеристик побудовано ієрархічні структури, які дозволяють розраховувати вагові коефіцієнти екологічних факторів та пріоритети територій забруднення для випадків:

– “однорідності” факторів та “неоднорідності” територій;

– “неоднорідності” факторів та “однорідності” територій.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ:

1. Управление проектами / И.И. Мазур, В.Д. Шапиро, С.А. Титов и др. Справочное пособие/ Под редакцией И.И. Мазура и В.Д. Шапиро. - М.: Высшая школа, 2001.- 875 с.
2. Петренко Ю.А. Задачи управления проектами защиты жилой застройки от шума [Текст] / Ю.А. Петренко, А.Л. Нефедова // Коммунальное хозяйство городов. – К.: 2002. – Вып. 36. – С. 433-438.
3. Хрутьба В.О. Формування критеріїв оцінки екологічних проектів забезпечення сталого розвитку транспортно-дорожнього комплексу [Текст] / В.О. Хрутьба // Вісник Національного транспортного університету. – К.: НТУ, 2014. – Вып. 29.
4. Раскин Л.Г. Нечеткая математики. Основы теории. Приложения [Текст] / Л.Г. Раскин, О.В. Серая – Х.: Парус 2008. – 352 с.
5. Семенов В.Т. Бесконфликтные средства принятия решения при управлении проектами/ Семенов В.Т., Нефедов Л.И., Петренко Ю.А // Коммунальное хозяйство городов –К.: 2003 - Вып. 49 - С. 240-243.
6. Нефедова А.Л. Синтез эффективных мер защиты от шума транспортных потоков [Текст] / А.Л. Нефедова, Ю.А. Петренко // Информационно-керуючі системи на залізничному транспорті. – 1998. – №4. – С. 85-86.
7. Петренко Ю. А. Этапы экологического проекта по снижению негативного воздействия автотранспортного предприятия [Текст] / Ю. А. Петренко, Т. Г. Шилова, А. И. Кириченко // Вестник ХНАДУ – Х.: ХНАДУ, 2015. – Вып. № 69. – С. 91-95.
8. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий./ Саати Т. – М.: Радио и связь, 1993. – 320 с.
9. Саати Т. Аналитическое планирование. Организация систем. / Саати Т., Кернс К. – М.: Радио и связь, 1991. – 224 с.