

АНАЛІТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ З ВИЗНАЧЕННЯ КОЕФІЦІЕНТІВ ЕКОЛОГІЧНОЇ НЕБЕЗПЕКИ ТА РОЗРОБКА ЗАХОДІВ З ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ СИСТЕМИ ВОДОВІДВЕДЕННЯ

Формулювання проблеми. У зв'язку з гострими проблемами, що мають місце в галузі водовідведення України, існує нагальна потреба підвищення надійності системи водовідведення, якості функціонування очисних споруд, поліпшення матеріально-технічної бази підприємств галузі.

Одним з основних завдань підвищення технічного рівня автомобільних доріг, безпеки руху та екологічного функціонування, є забезпечення своєчасного і цілеспрямованого збору і відводу води з поверхні автомобільних доріг і подальшого очищення від забруднення [1-3].

Викладення основного матеріалу. Оцінку еколого-геологічного ризику на автомобільних дорогах. Оцінку еколого-геологічного ризику (ЕГР) внаслідок порушення надійності системи водовідведення на автомобільних дорогах необхідно проводити по основних оціночних блоках – експлуатаційних показниках досліджуваних ділянок автомобільних доріг [4].

Еколого-геологічний ризик складається з ризику основних експлуатаційних показників (ОЕП), з гідрогеологічного (РГГ) та інженерно-геодинамічного ризиків (РІГД):

$$ЕГР = ОЕП + РГГ + РІГД. \quad (1)$$

Ризик зниження основних експлуатаційних показників визначається на період експлуатації автомобільної дороги (Т) і передбачає зниження показників рівності (S, см/км) і коефіцієнта зчеплення (φ).

Слід зазначити, що інтегральним показником гідрогеодинамічної складової РГГ є зміна рівня ґрунтової води в часі:

$$\Delta H = \frac{dH}{dt} \quad (2)$$

Зміна рівня контролюється фільтраційними показниками зони аерації та граничними умовами водоносної системи.

Таким чином, гідрогеохімічна складова гідрологічного ризику РГГ залежить від типу забруднювачів, умов їх проникнення та міграції у водоносних горизонтах:

$$\frac{dc}{dt} = d \left(\frac{d^2c}{dx^2} + \frac{d^2c}{dy^2} + \frac{d^2c}{dz^2} \right), \quad (3)$$

де с – концентрація забруднюючих речовин, мг/м.

Для оцінки інженерно-геологічного ризику використовують коефіцієнт швидкості розповсюдження інженерно-геологічних процесів. Величина РІГД визначається залежністю:

$$РІГД = \Pi_i + \Pi_{uit_{y+1}} + \Pi_{uit_y}, \quad (4)$$

де Π_i – показник зміни площі прояву інженерно-геологічних процесів (км²) за період від t_y до t_{y+1} ; $\Pi_{uit_{y+1}}$, Π_{uit_y} – площа прояву інженерно-геологічних процесів за період від t_{y+1} та t_y , км².

Для оцінки інженерно-геологічної небезпеки на автомобільних шляхах вибирають показники, що характеризують і визначають швидкість розвитку процесів при взаємодії автомобільних шляхів з навколишнім середовищем.

З метою визначення коефіцієнтів екологічної небезпеки на автомобільних шляхах необхідно провести аналітичні дослідження. Такі дослідження виконують на основі використання кореляційного та регресійного аналізів зв'язку показників, що характеризують компоненти інженерно-геологічних умов:

$$Y_u = f(x_1, x_2, \dots, x_n, x_{n+1}), \quad (5)$$

де Y_u – функція еколого-геологічної небезпеки; $x_1, x_2, \dots, x_n, x_{n+1}$ – кількісні показники інженерно-геологічних умов.

Коефіцієнти екологічної небезпеки визначаються залежністю:

$$g_i = \frac{\beta_i \cdot rip}{\beta_{in} \cdot rip}; \quad \sum_{i=1}^p g_i = 1, \quad (6)$$

де g_i – коефіцієнт екологічної небезпеки на автомобільних шляхах; β_i – стандартизований коефіцієнт регресії; rip – парні коефіцієнти регресії кількісних характеристик інженерно-геологічних умов; p – кількість компонентів.

Кількісні характеристики компонентів інженерно-геологічних умов внаслідок порушення надійності системи водовідведення враховують для переведення їх у відносні величини, а також для визначення нормованих змінних показників (регіональний максимум):

$$R_H = \frac{R_i}{R_{max}}, \quad (7)$$

де R_i – кількісне значення нормованого показника; R_{max} – регіональний максимум показника екологічної небезпеки на автомобільних шляхах.

Інтегральний показник інженерно-геологічних умов розраховують за формулою :

$$Y_{\Sigma} = \sum_{i=1}^p g_i \cdot R_i^H, \quad (8)$$

де g_i – вага i -го компонента в інтегральній оцінці, R_i^H – нормована оцінка i -го показника; p – кількість компонентів, що враховуються інтегральним показником.

Використання методики оцінки ризику виникнення небезпечних екологічних ситуацій на автомобільних шляхах дозволяє врахувати можливі зміни під впливом природних та техногенних умов, а також дає змогу прогнозувати екологічний стан придорожного простору населених пунктів на період експлуатації автомобільних шляхів. [5].

Розробка заходів з підвищення надійності системи водовідведення.

Для визначення пріоритетів заходів та проектів з підвищення надійності системи водовідведення, не однорідних за своєю природою, була удосконалена відома комплексна модель ранжування [6] . Вона дає змогу оцінювати заходів з підвищення надійності системи водовідведення на рів-

них умовах шляхом аналізу відносної вагомості принесеної ними вигоди. У моделі ранжування корисність проектів характеризується так званими “ефектами”, кожному з яких за допомогою методу експертних оцінок присвоюється коефіцієнт показника вагомості. Щоправда, жоден із запропонованих у названій існуючій моделі ефектів не враховує фінансової доцільності капіталовкладень. Тому запропонована модель ранжування була розвинена за рахунок включення до переліку ефектів внутрішньої норми рентабельності (IRR), що являє собою дисконтну ставку, яка прирівнює інвестиційні витрати проекту до суми теперішніх вартостей його грошових прибутків. На відміну від попередньої методики не накладаються обмеження на суму коефіцієнтів вагомості (раніше вона повинна була чітко дорівнювати одиниці). У процесі здійснення оцінки заходів з підвищення надійності системи водовідведення за допомогою удосконаленої моделі експерти мають задавати величини коефіцієнтів показників вагомості кожного з ефектів у звичному діапазоні значень – від 0 до 10. Обробка оцінок здійснюється із застосуванням методів математичної статистики. При цьому в оновленій методиці показник вагомості нововведеного критерію не є сталою величиною, а залежить від значення IRR проекту, вираженого в процентах (таблиця1) [6].

Таблиця 1 – Ефекти корисності заходів з підвищення надійності системи водовідведення

№	Ефекти	Показник вагомості
1	Внутрішня форма рентабельності	$5 \times (IRR/10)$
2	Скорочення операційних витрат	3
3	Підтримка надійності мережі	2,5
4	Підвищення рівня обслуговування	1
5	Вплив на навколишнє середовище	1,5
6	Підвищення достовірності інформації	2

Вплив запропонованих заходів на кожний з ефектів оцінюють у балах за будь-якою шкалою, наприклад, від 0 до 10. Коефіцієнти ранжування кожного з проектів, що характеризують сумарний вплив останніх на ефекти, встановлюють як середньозважені значення за формулою:

$$R_j = \frac{\sum_{n=1}^5 (b_{jn} \times v_n)}{K_k \times \sum_{n=1}^5 v_n} \quad (9)$$

де R_j – ранг j -го проекту, причому чим вищий ранг, тим раніше має бути виконаний проект; b_{jn} – середній серед експертів бал оцінки j -го проекту за n – м ефектом; v_n – показник вагомості n -го ефекту; K_k – коефіцієнт ранжування капіталовкладень.

Коефіцієнт K_k дає можливість, з одного боку, врахувати ціну заходів та проектів з підвищення надійності системи водовідведення і перенести більш дорогі з них на пізніший час, а з другого – завдяки нелінійній залежності від величини капіталовкладень не занижувати ранг важливих проектів, таких як реабілітація водопровідної та каналізаційних мереж. K_k залежить від суми капіталовкладень на проект і також формується за допомогою методу експертних оцінок [6, 7].

Висновок. На основі використання викладеної методики ранжування інвестиційних проектів та заходів з підвищення надійності системи водовідведення визначається її бажана послідовність у процесі модернізації систем водовідведення на автомобільних дорогах. Одержану таким чином послідовність проектів треба розглядати тільки як перше наближення до науково обґрунтованого переліку проектів,

що складають проект в цілому. Разом з тим одержаний таким чином перелік проектів дає надзвичайну важливу інформацію щодо числового значення їх пріоритетів.

Застосований підхід розширяє можливості існуючого методу ранжування проектів та заходів з підвищення надійності системи водовідведення модернізації систем водовідведення на автомобільних дорогах. Він дозволяє використовувати параметричні показники вагомості ефектів (наприклад, внутрішню норму рентабельності), в разі потреби дає право додавати нові ефекти, теоретично не обмежуючи їх кількість, спрощує процедуру експертної оцінки даних.

ЛИТЕРАТУРА:

1. ГСТУ 218-02071168-096-2003 Охорона навколишнього середовища. Автомобільні дороги загального користування. Оцінка та прогнозування екологічного стану доріг та виробничих баз
2. ВБН В.2.3-218-007-98 Екологічні вимоги до автомобільних доріг (проекткування)
3. ДСТУ-Н Б В.2.5-61:2012 Настанова з улаштування систем поверхневого водовідведення
4. Екологічна геологія: підручник. / За ред. д.г.-м.н. М.М.Коржнева – Київ: ВПЦ „Київ-ський університет”. – 2005. – 257 с.
5. Барабошкина Г.А. Геологические факторы экологического риска. - М., 2001. - 48 с.
6. Датське агентство з охорони навколишнього середовища (DEPA). Техніко-економічне дослідження для оновлення та модернізації “Київводоканалу”. - К., 2000. – С.6.1-6.16.
7. Качинський А.Б. Екологічна безпека України : системний аналіз перспектив покращення /. – К. : НІСД, 2001. – 312 с.