

УДК 625.7/8

**ПЛАНУВАННЯ ПОТОЧНОГО РЕМОНТУ ТА УТРИМАННЯ ДОРІГ НА ОСНОВІ НЕЧІТКИХ МНОЖИН І НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ**

*Халай Т.О., к.т.н., доц., Мороз О.В., асис.*

*Кременчуцький державний політехнічний університет імені Михайла Остроградського  
39614 м. Кременчук, вул. Першотравнева, 20*

*E-mail: [tt@polytech.poltava.ua](mailto:tt@polytech.poltava.ua)*

Обосновано стратегію рішення задач планирования текущего ремонта и содержания дорог путем разработки специального программного обеспечения.

**Ключевые слова:** состояние дорог, текущий ремонт, содержание дорог.

Strategy of the decision of planning tasks of operating repair and contents of roads is proved by development of the special software.

**Key words:** a condition of roads, operating repair, contents of roads.

**Вступ.** Перехід до контрактної форми виконання поточного ремонту та утримання доріг, експлуатаційного утримання доріг на концесійній основі вимагають наукового обґрунтування та планування необхідних об'ємів робіт, як і з позиції підрядника так і замовника.

**Аналіз літературних джерел.** Слід відмітити, що виділення меж рівнів стану доріг у відомих моделях [1,2] має детермінований (однозначний) характер. Але вектор пошкодження елементів доріг – багатомірний і неточно визначений. На нашу думку, важко окреслити по кожному його виміру точні границі або градації по рівням стану доріг, тим більше точно визначити комплексні градації рівнів стану доріг, які стосуються елементів доріг або їх груп.

Деякі значення параметрів пошкоджень можуть бути одночасно віднесені до суміжних рівнів стану доріг. Особливо це стосується комплексних оцінок. Тому для визначення рівнів стану доріг і пов'язаних із цією проблемою параметрів пошкоджень доцільно використовувати математичний апарат теорії нечітких множин і нечіткої логіки [3].

**Мета роботи.** Обґрунтувати стратегію робіт при плануванні поточного ремонту та утримання доріг.

**Матеріали і результати дослідження.** Планування поточного ремонту та утримання доріг може бути зведене до розв'язання задач двох різних рівнів:

*задача 1:* визначення загальної потреби фінансових ресурсів на рівні Державної служби автомобільних доріг України і розподілення цих ресурсів по обласних службах автомобільних доріг, а потім – по районах областей;

*задача 2:* визначення об'ємів робіт поточного ремонту та утримання доріг на рівні районів та областей, які можуть бути виконані дорожніми організаціями при заданих розмірах фінансових ресурсів.

Вихідні передумови розв'язання задачі 1 полягають у встановленні зв'язку між станом доріг у році, що передує плановому, і можливими станом і об'ємами робіт з поточного ремонту та утримання доріг у наступному році, тобто, стан і-го елемента

секції дороги наприкінці поточного року  $S_{i,t}$  в значною мірою визначає стан секції в наступному році  $S_{i,t+1}$  і можливий вектор об'ємів робіт за і-м елементом  $V_{i,t+1}$  у наступному році:

$$V_{i,t+1} = f(S_{i,t+1}). \quad (1)$$

Дійсно, якщо комплексний показник стану елемента секції дороги визначається через об'єми пошкоджень, то можливо вирішити і зворотну задачу: оцінивши стан секції дороги, визначити можливі об'єми пошкоджень, що відповідають цьому стану, а через них – об'єми робіт і відповідну вартість робіт. Елементарною неподільною часткою мережі доріг будемо вважати секцію, довжина якої дорівнює 1 км.

Слід зазначити, що обстеження – це єдиний шлях для отримання об'єктивної інформації щодо зв'язку стану покриття та інших елементів доріг з об'ємами робіт поточного ремонту та їх утримання. Кожне конкретне обстеження дозволяє визначити стан дороги і, через нього, оцінити досягнутий рівень обслуговування. Його результати являють собою лише одну (нехай багатомірну) точку у часі. Багаторічні результати обстежень стану дороги дають можливість ідентифікувати тренд стану дороги та її відповідних властивостей з року в рік. Для необстежених за якихось причин секцій доріг використовуються дані, які усереднюються для подібних за умовами експлуатації секцій.

На основі обстежень доріг будується таблиця залежність вартості робіт від стану елемента секції, яка є базовою для визначення запланованої вартості поточного ремонту та утримання доріг. Між усередненим станом секції  $S_{j,t+1}$  і вартістю робіт

$$C_j = \sum_1^m C_{ji} \quad \text{встановлюється відповідність (табл. 1),}$$

на основі якої, за наявності оцінки стану  $S_{j,t+1}$  для j-ї секції, можна встановити вартість робіт  $C_j$ . Вона визначається на основі норм ВБН Д.2.2-218-45-01 "Ремонт автомобільних доріг і мостів" і поточних цін на трудові та матеріально-технічні ресурси.

Тепер, для оцінки вартості робіт наступного року, необхідно встановити прогнозований бал стану секції і за ним визначити потрібну вартість робіт.

Слід підкреслити, що методи розв'язання наведених задач базуються на обробці значних обсягів даних, які стосуються наявності доріг і їх елементів, умов експлуатації доріг, історії будівництва доріг і поновлення їх транспортно-експлуатаційних показників за рахунок виконання полегшених і удосконалених капітальних ремонтів, дослідження процесів розвитку пошкоджень доріг і оцінки стану елементів доріг і стану доріг у цілому.

Таблиця 1 – Вихідна таблиця для планування поточного ремонту та утримання доріг

№ секції	Адмін. значення дороги	Категорія дороги	Клас руху	Вид пошкодження	Зниження стану поточного року, балів	Оцінка стану наступного року, балів	Об'єм робіт	Код робіт	Вартість роботи
1	Державна магістр.	1а	A1	Вибойни	$\Delta S_{11,t}$	$\Delta S_{11,t+1}$	$V_{11}$	$K_{11}$	$C_{11}$
				Сітка тріщин	$\Delta S_{12,t}$	$\Delta S_{12,t+1}$	$V_{12}$	$K_{12}$	$C_{12}$
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
				Підсумок по секції 1	$B_{\max} - \sum_{i=1}^{m_1} \Delta S_{li,t}$	$S_{1,t+1}^{сеп}$	...	...	$\sum_i^{m_1} C_i$
N	Сільська	4	Ak	Вибойни	$\Delta S_{n1,t}$	$\Delta S_{n1,t}$	$V_{n1}$	$K_{n1}$	$C_{n1}$
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
				Середній стан мережі доріг	$\sum_{n=1}^N S_{n,t} / N$	$\sum_{i=1}^N S_{1,t+1}^{сеп} / N$		Сумарна вартість робіт	$\sum_{n=1}^N C_n$

Для вдосконалення планування робіт із поточного ремонту та утримання автомобільних доріг необхідно:

- використовувати систематичний підхід для прийняття рішень з планування робіт;
- оцінювати потреби фінансів і ресурсів;
- мати нормативну базу для проектування відповідних робіт;
- ефективно розміщувати ресурси;
- давати оцінку правилам, планам, нормативам і системі планування на регулярній основі.

Таке вдосконалення здійснюється шляхом розробки системи управління поточним ремонтом та утриманням доріг, яка базується на сучасних уявленнях теорії експлуатації автомобільних доріг та на сучасних інформаційних технологіях.

Для вимірювання кожного пошкодження елементу дороги можна ввести два об'єктивних параметра:

- $C$  - ступінь пошкодження (наприклад, глибина ям, ширина тріщин або глибина колії і т.п.);
- $P(C)$  - ступінь розповсюдження пошкодження з певним ступенем пошкодження  $C$  (доля площі ям в загальній площі покриття, довжина колії і т.п.).

На основі такого опису пошкоджень стан мережі автомобільних доріг  $S$  на конкретній ділянці в конкретний момент часу можна задати поєднанням векторів станів секцій:

$$\mathbf{U} S_{1,t} = \mathbf{U} f(P_1(C_1), \dots, P_n(C_n))_t, (2)$$

де  $f$  - алгоритм, який дозволяє обчислити узагальнений стан секції дороги;

$t$  - момент часу, в який визначається стан  $S$ ;

$l$  - номер секції дороги, на якій визначається стан;

$i = \overline{1, n}$  - номер (вид або тип) пошкодження.

Як видно з (1), оцінка стану секції дороги змінюється в часі і по довжині дороги.

Стан доцільно характеризувати дійсним числом, яке відображає швидкість, безпеку та комфорт руху транспортних засобів і відповідність функціональному призначенню всіх елементів дороги.

**Висновки.** Для вирішення задач визначення рівнів стану доріг та пов'язаних з цією проблемою параметрів пошкоджень необхідне створення спеціального комп'ютерного програмного забезпечення, яке реалізує автоматизовану експертну систему управління поточним ремонтом та утриманням автомобільних доріг (АЕСПРУД). Ця система повинна бути елементом глобальної автоматизованої системи управління станом доріг, що включає в себе Систему управління станом покриття (СУСП), Автоматизовану-експертну систему управління (АЕСУМ).

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Maintenance Accountability Process. Manual. – Washington State Department of Transportation. Field Operations, Support Service Center, Maintenance Office, 2001. - 89 p.
2. Fuzzy Sets and Application. Selected Papers by L.A. Zadeh. Edited by R.R. Yager, S. Ovchinnikov, R.M. Tong, H.T. Nguyen. – A Wiley-Interscience Publication John Wiley & Sons, New York, 1987 - 684 p.
3. Zadeh L.A. Fuzzy sets. Information and Control. – 1965. – 8. - p 338 – 353.

Стаття надійшла 18.12.2008 р.

Рекомендовано до друку к.т.н., доц.

Морозом М.М.