

МОДЕЛЬ ОБГРУНТУВАННЯ СТРАТЕГІЇ РЕМОНТІВ
В ПРОЕКТАХ ЕКСПЛУАТАЦІЇ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ

Шпиг А.Ю., Національний транспортний університет, Київ, Україна

THE JUSTIFICATION MODEL OF REPAIR STRATEGIES
IN THE HIGHWAY OPERATION PROJECTS

Shpyh A.Yu., National Transport University, Kyiv, Ukraine

МОДЕЛЬ ОБОСНОВАНИЯ СТРАТЕГИИ РЕМОНТОВ
В ПРОЕКТАХ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Шпиг А.Ю., Национальный транспортный университет, Киев, Украина

Постановка проблеми.

Сучасний стан автомобільних доріг України – незадовільний і потребує негайного підвищення. Головна причина незадовільного стану автомобільних доріг полягає в систематичному недостатньому фінансуванні ремонтів та утримання. Через недостатнє фінансування порушувалися нормативні міжремонтні строки, не було можливості здійснити технічне переоснащення дорожньої галузі, широко запровадити нові технології, машини, механізми, матеріали і конструкції, а швидке руйнування дорожніх конструкцій, спричинялось збільшенням вагових навантажень від транспортних засобів, інтенсивністю руху, на які існуюча мережа доріг не розрахована.

Аналіз останніх досліджень та публікацій.

У світі з метою утримання мережі автомобільних доріг у відповідному транспортно-експлуатаційному стані використовують різні системи управління станом дорожніх одягів, такі як PMS (Pavement Management System) [1], HDM (Highway Design and Maintenance Standards Model) [2]. В Україні такою моделлю є СУСП (Система управління станом покриття).

Для подолання проблеми низького транспортно-експлуатаційного стану мережі автомобільних доріг в Україні направлена Концепція Державної цільової економічної програми розвитку автомобільних доріг загального користування на 2013-2018 роки [3].

Постановка завдання.

Важливою проблемою в експлуатації автомобільних доріг є обґрунтування об'ємів та моменту часу виконання робіт з ремонту та утримання доріг, які забезпечують мінімальні витрати. Особливо актуальною ця проблема стає в умовах обмеженого фінансування дорожньої галузі. Для визначення об'ємів робіт потрібно обґрунтувати оптимальний рівень втручання в стан елементів дороги та відповідний рівень утримання елементів доріг.

Виклад основного матеріалу дослідження.

Головна мета розробки і здійснення проектів і програм експлуатації автомобільних доріг полягає в забезпеченні максимального ступеню відповідності у просторі і в часі фактичних споживчих властивостей автомобільних доріг вимогам, які висуває суспільство стосовно забезпечення: безпеки руху, економічної і соціальної вигоди, збереження автомобільних доріг, екологічної безпеки, належних естетичних умов руху тощо, – з урахуванням можливостей суспільства фінансувати здійснення таких проектів і програм.

Споживчі властивості дороги – це сукупність транспортно-експлуатаційних показників дороги, що безпосередньо впливають на ефективність і безпеку роботи автомобільного транспорту, відображають інтереси користувачів доріг і вплив на оточуюче середовище. До споживчих властивостей відносяться забезпечені дорогою: швидкість, безперервність, безпека і зручність руху, пропускна спроможність і рівень завантаження рухом; здатність пропускати автомобілі і автопоїзди з дозволеними для руху осьовими навантаженнями, загальною масою і габаритами, а також екологічна безпека і естетичний вигляд дороги [4].

За зарубіжними даними [5] витрати на проектування, будівництво та утримання доріг складають відповідно 8%, 37% і 55% від загальної вартості життєвого циклу автомобільної дороги. Отже, можна з упевненістю стверджувати про актуальність пошуку шляхів мінімізації витрат на ремонти та утримання доріг.

Дорожня служба здійснює відновлення стану елементів доріг шляхом виконання робіт з капітального, поточного середнього і дрібного ремонтів та утримання доріг, тобто управляє станом доріг [6]. Отже, в загальному випадку, програми експлуатації автомобільної дороги або певної мережі доріг включають окремі проекти з капітального, поточного середнього і дрібного ремонтів та утримання доріг.

Транспортно-експлуатаційний стан дороги обумовлюється дією двох протилежних процесів (рис. 1):

- 1) процесу деградації властивостей елементів доріг в результаті виникнення і розповсюдження пошкоджень;
- 2) процесу відновлення властивостей елементів доріг в результаті виконання ремонтних робіт.

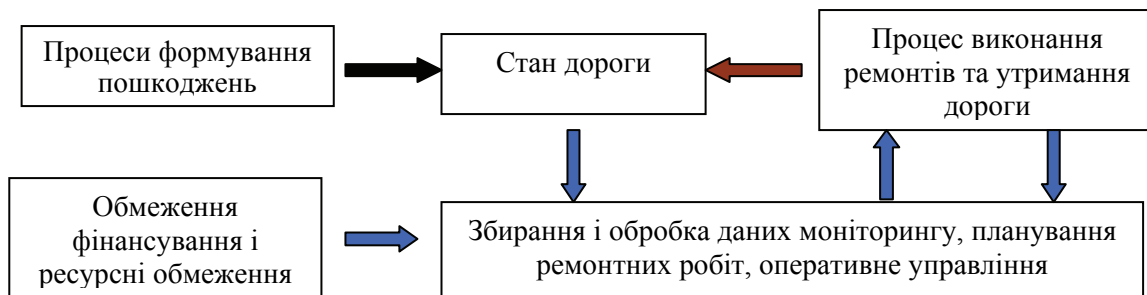


Рисунок 1 – Формування стану доріг

В управлінні станом доріг, дорожня служба встановлює критерії втручання (періодичність обстеження, рівні втручання і час відгуку) для різних пошкоджень або показників стану елементів доріг [7, 8, 9, 10, 11]. Вони, як правило, базуються на властивостях, які можуть бути виміряні відтворюваним способом, а їх рівні залежать від категорії і адміністративного значення дороги.

Потреба у виконанні робіт, що становлять зміст проектів експлуатації доріг, виникає тоді, коли змінні параметри і характеристики елементів дороги в процесі деградації досягають певного значення – рівня втручання. Наприклад, коли фактичний коефіцієнт запасу міцності стане нижче нормативного рівня ($K_{зм} = 0.95$), потрібно виконати капітальний ремонт дорожнього одягу.

При обмежених ресурсах неможливо утримувати всі дороги на одному і тому ж однаковому для всіх доріг рівні стану. Рівень стану залежить від економічної значущості окремих доріг, яка визначається адміністративним значенням, категорією дороги, інтенсивністю та складом руху.

Рівень обслуговування доріг – функція від номенклатури і об'ємів робіт з ремонтів та утримання, які плануються або виконані. Він пов'язаний з поняттям рівня втручання (РВ) – такого рівня пошкодження елементу дороги, при якому необхідно обов'язково виконати роботи з ліквідації пошкодження. РВ залежить як від рівня серйозності пошкоджень, так і від рівня їх розповсюдження.

Деградація елементів доріг спричиняється зовнішніми і внутрішніми факторами, наприклад, навантаженнями від транспортних засобів, погодними і ґрунтово-гідрологічними умовами, природними катастрофами (землетрус, повінь), техногенним і антропогенним впливами, старінням матеріалів тощо. Проявом деградації елементів доріг є їх пошкодження – руйнування і деформації.

Для дослідження РВ зроблена пропозиція, яка ґрунтується на понятті параметрів експлуатаційного стану елементу дороги, які можуть бути виміряні в польових умовах, узагальненні впливу багатьох пошкоджень і для яких розроблені моделі деградації, що явно враховують структурні властивості елементу дороги та характеристики інтенсивності та складу руху. Такий підхід використовується головним чином для моделей деградації дорожнього одягу і його покриття.

До вимірюваних параметрів, перш за все, слід віднести коефіцієнт запасу міцності дорожнього одягу, показник рівності і коефіцієнт зчеплення покриття дорожнього одягу [12]. Для подальшого дослідження РВ за основу прийняті моделі деградації дорожніх одягів, які використовуються в СУСП.

Період в роках, який залишився до капітального ремонту дорожнього одягу нежорсткого виду, обчислюється за формулою [13]:

$$T_{кр} = 1 + u \times \log_{10} (K_{змф} / K_{змд}) / (0,0035 / m + n \times \log_{10} (q)), \quad (1)$$

де u – коефіцієнт, що враховує вплив дорожньо-кліматичної зони;

$K_{змф}$ – фактичний коефіцієнт запасу міцності;

$K_{змд}$ – допустимий коефіцієнт запасу міцності;

m – коефіцієнт, що враховує погіршення властивостей в'язучого;

n – коефіцієнт, що враховує процеси втомлювання покриття;

q – коефіцієнт приросту інтенсивності руху.

Потреба у поточних середніх ремонтах в СУСП визначається на основі показників рівності і коефіцієнта зчеплення.

Період t в роках, який залишився до досягнення мінімально допустимого показника рівності покриття дорожнього одягу нежорсткого виду, визначається з рівняння [13]:

$$S_0 + \alpha \cdot t \cdot e^{c \cdot t} = S_{доп}, \quad (2)$$

де S_0 - показник рівності в рік вимірювання, см/км;

α - коефіцієнт, який залежить від:

-дорожньо-кліматичної зони,

-фактичного коефіцієнта запасу міцності $K_{змф}$,

-типу місцевості за умовами зволоження,

-числа смуг руху,

-ширини смуги руху,

-приведеної товщини верхніх зв'язних шарів,

-приведеної до розрахункового навантаження інтенсивності руху,

-показника структурної міцності несучого шару,

-коефіцієнту неоднорідності міцності дорожнього одягу;

t – час, років;

$S_{доп}$ – допустимий показник рівності проїзної частини доріг;

$$c = 0,02 + 0,0035 \times (q - 1) \times 100, \quad (3)$$

де q – коефіцієнт приросту інтенсивності руху.

Період в роках, який залишився до досягнення мінімально допустимого значення коефіцієнту зчеплення покриття дорожнього одягу нежорсткого виду, визначається за формулою [13]:

$$T_{\varphi} = \beta \times \log_{10} (\varphi_{ф} / \varphi_{доп}) / (0,013 + 0,3 \times 10^{-4} \times N_p), \quad (4)$$

де β - коефіцієнт, який враховує тип покриття;

$\varphi_{ф}$ – фактичний коефіцієнт зчеплення;

$\varphi_{доп}$ - мінімально допустимий коефіцієнт зчеплення;

N_p - розрахункова інтенсивність руху на смугу (осей на добу).

В усіх трьох наведених моделях присутні гранично допустимі значення РВ: мінімально допустимий коефіцієнт запасу міцності; максимально допустимий показник рівності покриття; мінімально допустимий коефіцієнт зчеплення.

В практичній діяльності Укравтодору в рамках СУСП на сьогодні для обґрунтування стратегій ремонтів доріг державного значення використовуються моделі деградації міцності дорожнього одягу,

рівності та зчеплення покриття засновані на механіко-емпіричних моделях (1 – 4). В якості цільової функції вживається мінімум сумарних дорожньо-транспортних витрат, приведених до поточного року методом дисконтування [7, 8]. З метою вибору варіанту стратегії між капітальними ремонтами з мінімальними витратами в СУСП застосовано евристичний алгоритм, в якому порівнюються варіанти стратегій:

- тільки поточний дрібний ремонт (нульова стратегія);
- поточні середні ремонти в роки досягнення показника рівності нормативно допустимого рівня;
- двох стадійний капітальний ремонт з поточними середніми ремонтами між стадіями;
- двох стадійний капітальний ремонт без поточних середніх ремонтів між стадіями.

Кожен з варіантів стратегії порівнюється з нульовою стратегією, на основі чого обчислюється коефіцієнт ефективності, за яким вибирається найкраща стратегія ремонтів. Ділянки доріг (як правило, секції довжиною в один кілометр) упорядковуються згідно з цими коефіцієнтами, після чого розраховується потреба в ресурсах для виконання робіт з урахуванням коефіцієнтів ефективності і бюджетних обмежень.

Важлива особливість СУСП полягає у можливості вибору різних варіантів поточного середнього ремонту за параметрами та способом їх здійснення. Однак відсутня процедура пошуку найбільш доцільного варіанту, розглядаються лише завдані з певним кроком варіанти.

В моделі, що пропонується, процедура оптимізації полягає у випадковому виборі певного виду поточного середнього ремонту з кінцевої множини видів при послідовному переборі рівня втручання – максимально допустимого показника рівності покриття.

Функція цілі – сумарні за період між капітальними ремонтами T дорожньо-транспортні витрати, приведені до нульового року, обчислимо подібним до прийнятої в СУСП моделі:

$$\begin{aligned}
 F = & C_K(w_K) + I(t_1) \cdot C_C(w_1)/d^{t_1} + \sum_1^{t_1} i(t) \cdot C_T(S_1(w_{c1}, S_{доп}, t))/d^t + \dots \\
 & + i(t_{k1}) \cdot C_C(w_{ck})/d^{t_k} + \sum_{t_{k-1}}^{t_k} i(t) \cdot C_T(S_k(w_{ck}, S_{доп}, t))/d^t + \dots \\
 & + \sum_{t_{k+1}}^T i(t) \cdot C_T(S_{k+1}(w_{ck}, S_{доп}, t))/d^t + 0.007 \cdot F \cdot \rho \cdot \psi \cdot \sum_0^T i(t) \cdot \omega(t)/d^t \Rightarrow \min,
 \end{aligned} \tag{5}$$

- де t_1 – рік першого поточного середнього ремонту;
 t_k – рік k -го поточного середнього ремонту;
 C_K – вартість капітального ремонту;
 w_K – вид капітального ремонту;
 C_C – вартість i -го виду w_i поточного середнього ремонту;
 C_T – транспортні витрати за одиницю часу, залежні від рівності покриття;
 w_{ci} – вид i -го поточного середнього ремонту в момент часу t_i ;
 S_i – рівність після i -го поточного середнього ремонту в момент часу t ;
 $S_{доп}$ – допустима рівність – рівень втручання;
 F – площа проїзної частини;
 ρ – вартість 1 м^2 поточного ремонту;
 ψ – коефіцієнт врахування вартості утримання проїзної частини;
 $\omega(t)$ – математична модель прогнозування площі руйнування у відсотках до площі проїзної частини.

На основі такої пропозиції розроблена комп'ютерна програма, яка працює на основі СУСП. Головна екранна форма програми наведена на рис. 2.

Сутність цієї програми полягає в тому, що моделювання процесу деградації та відновлення рівності покриття ділянки дороги (секції) починається з року – наступного після виконання капітального ремонту дорожнього одягу, як це реалізовано в СУСП. В рік – наступний за перевищенням показника рівності покриття заданого рівня втручання – виконується поточний середній ремонт. Мінімальний допустимий показник рівності визначається з конструктивних і технологічних інженерних міркувань [13].

В якості алгоритму оптимізації РВ доцільно використати генетичний алгоритм (ГА), який не вимагає розрахунку градієнтів цільової функції і є ефективним засобом дискретної оптимізації.

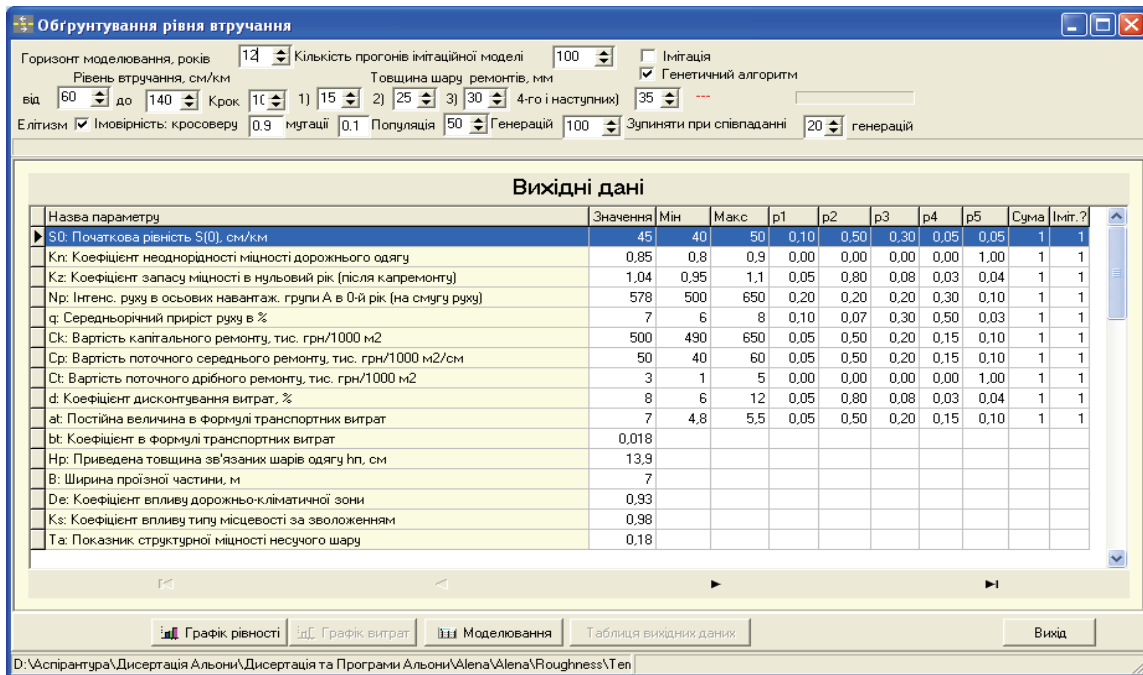


Рисунок 2 – Екранна форма імітаційної моделі обґрунтування рівня втручання

Розроблена програма працює в двох режимах: детермінованому та імовірнісному. Для останнього режиму передбачена функція «Імітація», що дозволяє дослідити вплив випадкових факторів та зробити вибір оптимальної стратегії поточних середніх ремонтів на відміну від алгоритму, прийнятого в СУСП. В програмі до випадкових факторів відносяться: початкова рівність, коефіцієнт неоднорідності міцності дорожнього одягу, коефіцієнт запасу міцності, інтенсивність руху, середній приріст руху, вартість капітального ремонту, вартість поточного середнього ремонту, вартість поточного дрібного ремонту, коефіцієнт дисконтування.

Моделювання без врахування впливу випадкових факторів дає можливість оцінити чи співпадає оптимальний рівень втручання з нормативним показником рівності для даної категорії дороги (в прикладі – 110 см/км). Як видно з рис. 3, оптимальний рівень втручання складає 80 см/км, що свідчить на користь превентивного виконання поточного ремонту, а не по досягненню нормативного значення.

Моделювання з урахуванням впливу випадкових факторів на основі 1000 прогонів імітаційної моделі показує, що відбулося зміщення оптимального рівня втручання до 70 см/км (рис. 4).

На основі розрахованих даних програма дозволяє порівняти графік дорожньо-транспортних витрат за детермінованим розрахунком і графік сумарних дорожньо-транспортних витрат з урахуванням дії випадкових факторів та в залежності від рівня втручання.

Висновки. Оптимізація рівня втручання являє собою складну техніко-економічну проблему, розв'язання якої шляхом розробки відповідних моделей і алгоритмів дозволить суттєво підвищити показники проектів експлуатації автомобільних доріг. За допомогою комп'ютерної програми на основі імітаційної моделі можливо обґрунтувати оптимальний рівень втручання та дослідити вплив випадкових факторів на стан покриття і на сумарні дорожньо-транспортні витрати.



Рисунок 3 – Графік дорожньо-транспортних витрат без врахування випадкових факторів

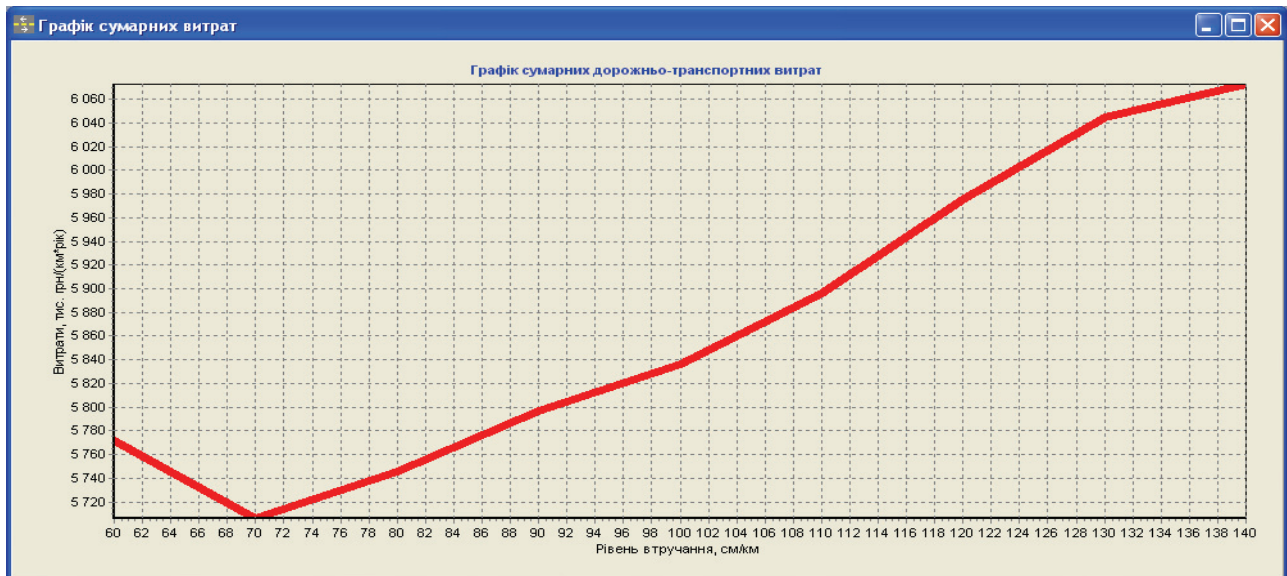


Рисунок 4 – Графік сумарних дорожньо-транспортних витрат з урахуванням дії випадкових факторів

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. AASHO Road Test. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://training.ce.washington.edu/PGI/Modules/06_structural_design/aasho_road_test.htm

2. HDM – 4. Highway Development & Management. Volume one. Overview of HDM – 4 [Електронний ресурс] / Henry G.R. Kerali, J.B. Odoki, Eric E. Stannard. PIARC, World Bank Association, 2000.- 58 p.. – Режим доступу:

http://www.google.com.ua/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&ved=0CCwQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.hdmglobal.com%2Ffra%2Fhdm4v2_downloadGSPDF.asp%3Ffile%3DHDM4Version2_Vol1_Eng_webversion.pdf&ei=Lgy4UpCeMsbP0QXP1oDIDQ&usg=AFQjCNGqyHCHiZKFukhBfcn5QtphdLQxKA&bvm=bv.58187178,d.d2k

3. Концепція Державної цільової економічної програми розвитку автомобільних доріг загального користування на 2013-2018 роки. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/719-2012-%D1%80>

4. Васильев А.П. Справочная энциклопедия дорожника. II том. Ремонт и содержание автомобильных дорог / Васильев А.П. – Москва, 2004. – 896 с.
5. Development of an Integrated Highway Maintenance Management System: The Maryland Experience: / Jha M. K., Schultz L., Transportation Engineer – Maryland State Highway Administration. Presented at the 10th AASHTO/TRB Maintenance Management Conference. – Duluth, Minnesota, July 15, 2003 – 18 p. [Електронний ресурс] URL: <http://www.docstoc.com/docs/21911447/Development-of-an-Integrated-Highway-Maintenance-Management-System>
6. Ремонт автомобильних доріг загального користування. Види ремонтів та перелік робіт: ГБН Г.1-218-182:2011. – [Чинний від 2011-12-01] – Київ: Державна служба автомобільних доріг України (Укравтодор), 2011. – 17 с.
7. Шпиг А.Ю. Модель обґрунтування рівня обслуговування елементів автомобільних доріг / А.Ю. Шпиг // Вісник Національного транспортного університету: В 2-х частинах: Ч.1. – 2010. – Вип. 21. – с. 94-99.
8. Канін О.П., Шпиг А.Ю. Модель обґрунтування рівня втручання для відновлення стану елементів доріг / О.П. Канін, А.Ю. Шпиг // Автомобільні дороги і дорожнє будівництво: Науково-технічний збірник. – 2011. – Вип.82. – с. 71-75.
9. Шпиг А.Ю. Імітаційна модель для дослідження впливу випадкових факторів на стан покриття дорожнього одягу / А.Ю. Шпиг // Автомобільні дороги і дорожнє будівництво: Науково-технічний збірник. – 2012. – Вип. 85. – с. 161-167.
10. Канін О.П., Шпиг А.Ю. Модель обґрунтування ремонтів в проектах експлуатації автомобільних доріг з урахуванням невизначеності / О.П. Канін, А.Ю. Шпиг // Управління проектами, системний аналіз і логістика: Науковий журнал. – 2012. – Вип. 9. – с. 78-81.
11. Шпиг А.Ю. Моделі визначення рівня втручання для елементів водовідводу / А.Ю. Шпиг // Автомобільні дороги і дорожнє будівництво: Науково-технічний збірник. – 2012. – Вип. 83. – с. 121-125.
12. Автомобільні дороги. Визначення транспортно-експлуатаційних показників дорожніх одягів: СОУ 45.2-00018112-042:2009. – [Чинний від 2009-06-16] – Київ: Державна служба автомобільних доріг України (Укравтодор), 2009. – 46 с.
13. Кизима С.С. Експлуатація автомобільних доріг: навч. посібник / Кизима С.С. – К.: НТУ, 2009. – 272 с.

REFERENCES

1. AASHO Road Test. Available at: http://training.ce.washington.edu/PGI/Modules/06_structural_design/aasho_road_test.htm. (Accessed 12 October 2013).
2. Henry G.R. Kerali, J.B. Odoki, Eric E. Stannard. HDM – 4. Highway Development & Management. Volume one. Overview of HDM – 4. PIARC, World Bank Association, 2000. 58 p. Available at: URL: http://www.google.com.ua/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&ved=0CCwQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.hdmglobal.com%2Ffra%2Fhdm4v2_downloadGSPDF.asp%3FFile%3DHDM4Version2_Vol1_Eng_webversion.pdf&ei=Lgy4UpCeMsbP0QXP1oDIDQ&usg=AFQjCNGqyHCHiZKFukhBfcn5QtpdhLQxKA&bvm=bv.58187178,d.d2k. (Accessed 09 September 2013)
3. The Concept of State purpose economic program of road's development in 2013-2018 years. Available at: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/719-2012-%D1%80>. (Accessed 15 December 2012). (Ukr)
4. Vasilyev A.P. Spravochnaya entsiklopediya dorozhnika. II tom. Remont I sodержanie avtomobilnykh dorog [The reference encyclopedia of road builder. Volume II. The road's repair and maintenance]. Moskva, 2004, 896 p. (Rus)
5. Jha M. K., Schultz L. Development of an Integrated Highway Maintenance Management System: The Maryland Experience. Maryland State Highway Administration. Presented at the 10th AASHTO/TRB Maintenance Management Conference. Duluth, Minnesota, 2003, July 15, p. 18. Available at: URL: <http://www.docstoc.com/docs/21911447/Development-of-an-Integrated-Highway-Maintenance-Management-System>. (Accessed 02 July 2013).

6. GBN G.1-218-182:2011. Remont avtomobilnykh dorih zagalnoho korystuvannya. Vydy remontiv ta perelik robot. [The road's repair. The kind of repair and work catalogue]. Kyiv, Derzhavna sluzhba avtomobilnykh dorih Ukrainy (Ukravtodor) Publ., 2011. 17 p. (Ukr)
7. Shpyh A.Yu. Model obgruntuvannya rivnya obsluhovuvannya elementiv avtomobilnykh dorih [Model of level study of service road elements]. Visnyk Natsionalnoho transportnoho universitetu – Visnyk of National transport university, 2010. Vol. 21, no. 1, pp. 94-99. (Ukr)
8. Kanin O.P., Shpyh A.Yu. Model obgruntuvannya rivnya vtruchannya dlya vidnovlennya stanu elementiv dorih [The model of level foundation of the interference for road elements reestablishment]. Avtomobilni dorohy i dorozhnye budivnytstvo – Automobile roads and road building, 2011, Vol.82. pp. 71-75. (Ukr)
9. Shpyh A.Yu. Imitatsiyna model dlya doslidzhennya vplyvu vypadkovykh faktoriv na stan pokryttya dorozhnoho odyahu [Imitating model for exploration of accidental factors influence on surface condition of road pavement]. Avtomobilni dorohy i dorozhnye budivnytstvo – Automobile roads and road building, 2012, Vol. 85, pp. 161-167. (Ukr)
10. Kanin O.P., Shpyh A.Yu. Model obgruntuvannya remontiv v proektakh ekspluatatsii avtomobilnykh dorih z urakhuvanniam nevyznachenosti [The modeling study of repairing in road maintenance projects with the uncertainty]. Upravlinnya proektamy, systemnyi analiz i logistyka – Management of project, system analysis and logistics, 2012, Vol. 9, pp. 78-81. (Ukr)
11. Shpyh A.Yu. Model vyznachennya rivnya vtruchannya dlya elementiv vodovidvodu [The determination models of intervention level of drainage system elements] Avtomobilni dorohy i dorozhnye budivnytstvo – Automobile roads and road building, 2012, Vol. 83, pp. 121-125. (Ukr)
12. SOU 45.2-00018112-042:2009. Avtomobilni dorohy. Vyznachennya transportno-eksploatatsiinykh pokaznykiv dorozhnikh odyahiv [The automobile roads. The determination of road-service index of road pavement]. Kyiv, Derzhavna sluzhba avtomobilnykh dorih Ukrainy (Ukravtodor) Publ., 2009. 46 p.(Ukr)
13. Kyzyma S.S. Eksploatatsiya avtomobilnykh dorih [The highway's maintenance]. Kyiv, National transport university Publ., 2009. 272 p. (Ukr)

РЕФЕРАТ

Шпиг А.Ю. Модель обґрунтування стратегії ремонтів в проектах експлуатації автомобільних доріг / А.Ю. Шпиг // Вісник Національного транспортного університету. – К. : НТУ, 2013. – Вип. 28.

В статті запропонований підхід до покращення стану мережі автомобільних доріг.

Об'єкт дослідження – експлуатаційний стан автомобільних доріг.

Мета дослідження – визначення впливу випадкових факторів на стан доріг та обґрунтування стратегії ремонтів в проектах експлуатації автомобільних доріг.

Метод дослідження – імітаційно-оптимізаційна модель обґрунтування рівня втручання за критерієм мінімальних дорожньо-транспортних витрат з врахуванням впливу випадкових факторів.

Основна причина незадовільного стану автомобільних доріг полягає в систематичному недостатньому фінансуванні ремонтів та утримання. Для подолання проблеми низького транспортно-експлуатаційного стану мережі автомобільних доріг в Україні направлена Концепція Державної цільової економічної програми розвитку автомобільних доріг загального користування на 2013-2018 роки.

За зарубіжними даними витрати на проектування, будівництво та утримання доріг складають відповідно 8%, 37% і 55% від загальної вартості життєвого циклу автомобільної дороги.

В управлінні станом доріг, дорожня служба встановлює критерії втручання (періодичність обстеження, рівні втручання і час відгуку) для різних пошкоджень або показників стану елементів доріг. В статті наведені моделі, в яких присутні гранично допустимі значення рівнів втручання: мінімально допустимий коефіцієнт запасу міцності; максимально допустимий показник рівності покриття; мінімально допустимий коефіцієнт зчеплення.

В моделі, що пропонується, процедура оптимізації полягає у випадковому виборі певного виду поточного середнього ремонту з кінцевої множини видів при послідовному переборі рівня втручання – максимально допустимого показника рівності покриття. На основі такої пропозиції розроблена

комп'ютерна програма, яка працює в двох режимах: детермінованому та імовірнісному. За допомогою цієї програми можливо дослідити вплив випадкових факторів на стан покриття та обґрунтувати оптимальну стратегію ремонтів доріг.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ТРАНСПОРТНО-ЕКСПЛУАТАЦІЙНИЙ СТАН, КРИТЕРІЙ ВТРУЧАННЯ, РІВЕНЬ ВТРУЧАННЯ, ВИПАДКОВІ ФАКТОРИ, ОПТИМІЗАЦІЯ СТРАТЕГІЇ РЕМОНТІВ, ГЕНЕТИЧНИЙ АЛГОРИТМ.

ABSTRACT

Shpyh A.Yu. The justification model of repair strategies in the highway operation projects. Visnyk National Transport University. – Kyiv. National Transport University. 2013. – Vol. 28.

This paper proposed an approach to the improvement condition of the road network.

Object of study – operational condition of highways.

Purpose of the study – to determine the influence of random factors on the road's condition and reasoning repair's strategies in highway's operating projects.

Method of the study – simulation-optimization model of intervention level's reasoning on minimum traffic cost, taking into account the influence of random factors.

The main reason for the poor condition of roads is a systematic lack of funding to repairs and maintenance. To overcome the problem of low transportation operational condition of the road's network in Ukraine aimed Concept of State purpose economic program of road's development in 2013-2018 years.

According to foreign data costs for design, construction and maintenance of roads constitute 8%, 37% and 55 % of the total life cycle of the road.

Road service establishes the intervention criteria for various injuries or indicators of items roads (frequency of inspection, intervention levels and response times) in management of road's condition. The article presents the models in which there are maximum allowable values of intervention levels: minimum allowable factor of safety, the maximum allowed rate of coverage equality, the minimum allowable friction coefficient.

In the proposed model the optimization procedure consist in randomly selection certain type of current average repair of the finite set with serial bust of intervention level – the maximum allowed rate of equality. On the proposal's basis developed a computer program that runs in two modes: deterministic and probabilistic. With this program may investigate the influence of random factors on the coverage and the optimal strategy to justify maintenance.

KEYWORDS: TRANSPORTATION AND OPERATING CONDITION, INTERVENTION CRITERIA, INTERVENTION LEVEL, RANDOM FACTORS, OPTIMIZATION STRATEGY OF REPAIR, GENETIC ALGORITHM.

РЕФЕРАТ

Шпиг А.Ю. Модель обоснования стратегии ремонтв в проектах эксплуатации автомобильных дорог / А.Ю. Шпиг // Вестник Национального транспортного университета. – К. : НТУ, 2013. – Вып. 28.

В статье предложен подход к улучшению состояния сети автомобильных дорог.

Объект исследования – эксплуатационное состояние автомобильных дорог.

Цель работы – определение влияния случайных факторов на состояние дорог и обоснование стратегии ремонтв в проектах эксплуатации автомобильных дорог.

Метод исследования – имитационно-оптимизационная модель обоснования уровня вмешательства по критерию минимальных дорожно-транспортных затрат с учетом влияния случайных факторов.

Главная причина неудовлетворительного состояния автомобильных дорог заключается в систематическом недостаточном финансировании ремонтв и содержания. На преодоление проблемы низкого транспортно-эксплуатационного состояния сети автомобильных дорог в Украине направлена Концепция Государственной целевой экономической программы развития автомобильных дорог общего использования на 2013-2018 года.

По зарубежным данным расходы на проектирование, строительство и содержание дорог составляют соответственно 8%, 37% и 55% от общей стоимости жизненного цикла автомобильной дороги.

В управлении состоянием дорог, дорожная служба устанавливает критерий вмешательства (периодичность обследования, уровни вмешательства, время отклика) для разных повреждений или показателей состояния элементов дорог. В статье показаны модели, в которых присутствуют предельно допустимые значения уровней вмешательства: минимально допустимый коэффициент запаса прочности; максимально допустимый показатель ровности покрытия; минимально допустимый коэффициент сцепления колес с покрытием.

В модели, что предлагается, процедура оптимизации заключается в случайном выборе определенного вида текущего среднего ремонта с конечного множества видов при последовательном переборе уровня вмешательства – максимально допустимого показателя ровности покрытия. На основании такого предложения разработана компьютерная программа, которая работает в двух режимах: детерминированном и вероятностном. С помощью этой программы, может быть исследовано влияние случайных факторов на состояние покрытия и обосновано оптимальную стратегию ремонтов дорог.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ТРАНСПОРТНО-ЭКСПЛУАТАЦИОННОЕ СОСТОЯНИЕ, КРИТЕРИЙ ВМЕШАТЕЛЬСТВА, УРОВЕНЬ ВМЕШАТЕЛЬСТВА, СЛУЧАЙНЫЕ ФАКТОРЫ, ОПТИМИЗАЦИЯ СТРАТЕГИИ РЕМОНТОВ, ГЕНЕТИЧЕСКИЙ АЛГОРИТМ.

АВТОР:

Шпиг А.Ю., Національний транспортний університет, провідний фахівець Науково-дослідного інституту «Проблем транспорту і будівельних технологій», e-mail: alena-87@ukr.net, тел. +380442802077, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова 1, к. 258і.

AUTHOR:

Shpyh A.U., National Transport University, the leading expert of Research Institute “The Problem of Transport and Construction Technologies”, e-mail: alena-87@ukr.net, tel. +380442802077, Ukraine, 01010, Kyiv, Suvorova str. 1, of. 258i.

АВТОР:

Шпиг А.Ю., Национальный транспортный университет, ведущий специалист Научно-исследовательского института «Проблем транспорта и строительный технологий», e-mail: alena-87@ukr.net, тел. +380442802077, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова 1, к. 258і.

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Харченко В.П., доктор технічних наук, професор, Національний авіаційний університет, проректор з наукової роботи, заслужений діяч науки і техніки України, лауреат Державної премії України в області науки і техніки, Київ, Україна.

Дмитрієв М.М., доктор технічних наук, професор, Національний транспортний університет, перший проректор – проректор з наукової роботи, Київ, Україна.

REVIEWERS:

Kharchenko V.P., Engineering (Dr.), professor, National Aviation University, Vice Rector for Scientific Affairs, Kyiv, Ukraine.

Dmytriev M.M., Engineering (Dr.), professor, National Aviation University, The First Vice Rector – Vice Rector for Scientific Affairs, Kyiv, Ukraine.