

3. Карибаев К.К. Поверхностно-активные вещества в производстве вяжущих материалов. – Алма-Ата: Наука. – 1980. – 336 с.
4. Пашенко А.А., Свицерский В.А. Кремнийорганические покрытия для защиты от биокоррозии. – Киев: Техника. – 1988. – 136 с.
5. Дорошенко О.Ю., Гасан Ю.Г., Старинська Н.Н. Патент на винахід України № 10207 А. – Гіпсове в'язуче. -Бюл. № 6 від 25.12.97
6. Защепин А.Н., Янбых Н.Н. Рекомендации по применению кремнийорганических добавок при строительстве цементобетонных покрытий дорог и аэродромов. – Союздорнии.Балашиха – 6. – Московская обл. – 1970. – 20 с.

РЕФЕРАТ

Дорошенко Ю.М., Дорошенко О.Ю., Любезний В.О. Гідрофобні добавки – модифікатори цементобетонного покриття доріг / Вісник НТУ. – К.: НТУ. – 2012. – Вип. 26.

В статті розглядаються властивості цементобетонного покриття з ефективними гідрофобними добавками. Встановлено, що добавка АДЕ-3 підвищує морозостійкість на 20%; водонепроникність – в 3 рази, міцність на удар – на 30 %, стиранність – на 58%. Також підвищується тріщиностійкість (R_m^0 на 20-30%; R_m^v 12-40%). Підвищення верхньої межі тріщино утворення дозволяє прогнозувати високу витривалість і довговічність цементного бетону дорожнього покриття під дією багаторазово прикладуваних навантажень різної величини і знаку.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ЦЕМЕНТОБЕТОННЕ ПОКРИТТЯ, МОДИФІКАТОРИ, ВЛАСТИВОСТІ.

ABSTRACT

Doroshenko YM, Doroshenko A., Lyubeznyi VA Hydrophobic additives - modifiers cement concrete pavement. / Visnyk NTU. – K: NTU. – 2012. – Vol. 26.

The article deals with the properties of concrete pavement with effective hydrophobic additives. Found that the addition АДЕ-3 increases frost resistance by 20%, water resistance – in with the times, the strength of the blow – by 30%, abrasion – by 58%. Also rising crack (R_m^0 at 20-30%; R_m^v 12-40%). Raising the upper limit of crack formation can predict high endurance and durability of cement concrete pavement under multiple prykladuvanyh loads of different magnitude and sign.

KEYWORDS: CONCRETE PAVEMENT, MODIFIERS, PROPERTIES.

РЕФЕРАТ

Дорошенко Ю.М., Дорошенко А.Ю., Любезний В.А. Гидрофобные добавки - модификаторы цементобетонного покрытия дорог. / Вестник НТУ. - М.: НТУ. - 2012. - Вып. 26.

В статье рассматриваются свойства цементобетонного покрытия с эффективными гидрофобными добавками. Установлено, что добавка АДЭ-3 повышает морозостойкость на 20% водонепроницаемость – в 3 раза, прочность на удар – на 30%, истираемость – на 58%. Также повышается трещиностойкость (R_m^0 на 20-30%; R_m^v 12-40%). Повышение верхнего предела трещиобразования позволяет прогнозировать высокую выносливость и долговечность цементного бетона дорожнего покрытия под действием многократно прикладываемых нагрузок различной величины и знака.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ЦЕМЕНТОБЕТОННОЕ ПОКРЫТИЕ, МОДИФИКАТОРЫ, СВОЙСТВА.

УДК 625.7/8:338

ОПТИМІЗАЦІЯ ПРОГРАМ РЕМОНТУ ДОРОЖНЬОГО ОДЯГУ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ

Ігнатюк В.В.

Постановка проблеми. Сучасний стан дорожнього одягу автомобільних доріг України та його покриття на багатьох ділянках не відповідає нормативним вимогам за показниками міцності, рівності та зчеплення. За умов недостатнього фінансування привести стан дорожнього одягу до нормативного рівня можливо лише за певну кількість років. Приймаючи до уваги наявність великої кількості альтернативних варіантів стратегій дорожньо-ремонтних робіт – послідовності капітальних і

поточних середніх ремонтів дорожнього одягу, необхідна розробка ефективного підходу для порівняння цих варіантів і вибору найкращого з них. Створення такого підходу являє собою складну наукову техніко-економічну задачу, розв'язання якої може забезпечити процедури обґрунтування довгострокових програм ремонтів дорожніх одягів ефективним практичним інструментарієм.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблему пошуку ефективної стратегії реалізації довгострокової програми ремонту дорожніх одягів корисно розглядати з позицій теорії управління проектами та програмами, орієнтуючись на досягнення найкращих результатів, можливих в рамках обмеженого фінансування, шляхом застосування сучасних методів моделювання і пошуку оптимальних рішень [1,2].

З початку 1980-х років в різних країнах запропоновані методи оптимізації рішень в управлінні проектами та програмами дорожньо-ремонтних робіт. Для оптимізації стратегій дорожньо-ремонтних робіт в системах управління дорожнім одягом за одним критерієм використовувались три загальних математичних методи: лінійне програмування [3], динамічне програмування [4] і цілочисельне програмування [5].

В Україні для оптимізації програми робіт були запропоновані моделі лінійного програмування: за критерієм мінімізації дорожньо-транспортних витрат при обмеженому фінансуванні [6] та за критерієм максимізації експлуатаційного стану мережі доріг, що забезпечується виконанням обмежень на всі види ресурсів [7]. В практичній діяльності в Україні для обґрунтування програм ремонтів дорожніх одягів на основі мінімізації дорожньо-транспортних затрат використовується Система управління станом покриття (СУСП), в якій формування програм здійснюється на основі евристичного алгоритму за критерієм мінімізації дорожньо-транспортних витрат. Алгоритм ґрунтується на пріоритетах ділянок доріг – в першу чергу в програму ремонтів вибираються такі ділянки, які мають найвищий коефіцієнт ефективності зниження сумарних приведених дорожньо-транспортних витрат.

Для багатокритеріальної оптимізації програм ремонтів були запропоновані: цільове програмування, метод зважених сум, методи на основі нечітких множин, генетичні алгоритми, метод ϵ -обмежень, докладний огляд яких наведено в роботі [8].

Значна увага дослідників приділена застосуванню в оптимізації програм управління станом доріг генетичних алгоритмів (ГА) [9,10,11]. Ідея генетичних алгоритмів запозичена у живої природи і використовує в своїй основі теорію еволюції Дарвіна. Алгоритм полягає в організації еволюційного процесу, кінцевою метою якого є отримання оптимального рішення в складній комбінаторній задачі. Вперше подібний алгоритм був запропонований в 1975 році Джоном Холландом в Мічиганському університеті. На сьогоднішній день генетичні алгоритми довели свою ефективність при вирішенні багатьох NP-складних задач і в практичному використанні, в тих випадках, де математичні моделі мають складну структуру і застосування стандартних градієнтних методів, динамічного або лінійного програмування вкрай утруднено.

Останнім часом запропонований метод рою частинок (particle swarm optimization, PSO), який відноситься до проблеми штучного інтелекту і застосовується для пошуку наближених рішень вкрай складних або нерозв'язних задач знаходження числових максимумів і мінімумів. В роботі [12] він застосований для оптимізації програми робіт з ремонтів дорожнього одягу.

Проте, розглянуті моделі оптимізації програм ремонту дорожнього одягу не відповідають умовам експлуатації доріг в Україні та моделям прогнозування стану дорожнього одягу, тому не можуть бути використані без переосмислювання і адаптації.

Постановка завдання. Сформулювати задачу оптимізації програми дорожньо-ремонтних робіт для досягнення заданого стану дорожнього одягу на мережі доріг за задану кількість років.

Виклад основного матеріалу. Проблему довготривалої оптимізації можна сформулювати як багатовимірну задачу дискретної оптимізації.

Нехай I – це кількість секцій (ділянок) дорожнього одягу, T – тривалість планового періоду (років), і J – кількість альтернатив робіт, які необхідно провести в кожній секції у визначені проміжки часу. Нехай E_{ijt} – ефективність альтернативи j для секції i в проміжок часу t ; c_{ijt} – вартість альтернативи j для секції i в період t ; B_t – бюджет в періоді t ; N_{ij} – максимальна кількість разів використання альтернативи j протягом періоду планування; PQ_{iT} – рівень якості дорожнього одягу в секції i на кінець планового періоду T ; Δ_{pj} – відновлювальний ефект альтернативи j ; s – рівень якості одягу, за якого секція дорожнього покриття вважається такою, що не потребує ремонту протягом даного періоду t ; m , M – мінімальний та максимальний рівні якості дорожнього одягу. Значення змінної рішення X_{ijt} дорівнює 1, якщо альтернатива j для секції i в проміжок часу t призначена, і 0

якщо альтернатива j не призначена. A – сума секцій з потрібним рівнем стану на кінець планового періоду.

Проблема узгодження взаємопов'язаних стратегій в рамках фіксованого планового періоду і максимізації загального рівня якості дорожнього одягу, з умови не перевищення наявного бюджету в кожному періоді, не перевищення допустимої частоти робіт в рамках планового періоду з припущенням, що не використані частини бюджету в певному періоді переходять в наступні періоди, може бути сформульована як багатовимірна 0-1 задача про ранець з альтернативним відбором та з пріоритетом техніко-економічних обмежень:

$$\max\left(\sum_{t=1}^T \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J E_{ijt} \times X_{ijt}\right) \quad (1)$$

Повинні виконуватись умови:

$$\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J c_{ijt} X_{ijt} \leq B_t, \quad (2)$$

$$\sum_{t=1}^T X_{ijt} \leq N_{i,j}, \quad (3)$$

$$\sum_{j=1}^J X_{ijt} = 1, \quad (4)$$

$$\sum_{i=1}^I i \geq A, \forall PQ_{iT} \geq m, \quad (5)$$

$$PQ_{it} \geq s \Rightarrow \sum_{j=2}^J X_{ijt} = 0, \quad (6)$$

$$PQ_{i,t-1} + \sum_{j=1}^J \Delta p_j X_{ijt} \leq M, \quad (7)$$

$$X_{ijt} \in \{0,1\}, \quad (8)$$

Функція цілі (1) максимізує загальну ефективність системи. Бюджетні обмеження (2) визначають, що витрати на вибрані альтернативи не можуть перевищувати бюджет в кожному періоді. Обмеження (3) забезпечують те, що певні альтернативи на певних секціях дорожнього покриття не можуть застосовуватися частіше ніж це допустимо з технологічних причин в рамках планового періоду. Обмеження (4) змушує вибирати одну і тільки одну альтернативу для кожної секції в будь-який проміжок часу. Обмеження (5) використовується для відкидання будь-якої стратегії, яка не забезпечує потрібний мінімальний рівень якості дорожнього покриття на кінець планового періоду. Обмеження (6) забезпечує те, що секція дорожнього покриття не вважається такою, що потребує ремонту, якщо її стан кращий, ніж зумовлений в даний період. Обмеження (7) робить альтернативи неможливими, коли стан якості відновленого дорожнього покриття штучно більший ніж максимально можливий, і набір обмежень (8) відображає можливі значення змінних рішень. Існує три види обмежень, пов'язаних з цією проблемою: ресурси, вибір альтернативи та пріоритет техніко-економічних обмежень. Обмеження ресурсів включає в себе обмеження (2) та (3). Обмеження (4) – це обмеження вибору альтернативи. Обмеження (5) задає той необхідний стан дорожнього одягу всієї мережі, який планується досягти. Обмеження (5), (6) та (7) стосуються пріоритетів техніко-економічних обмежень.

Для пошуку оптимального рішення задачі можна застосувати генетичний алгоритм [8] з детермінованими моделями деградації дорожнього одягу (за міцністю, рівністю та зчепленням), які використовуються в СУСП і відносяться до механіко – емпіричних.

Більш адекватними для прогнозування стану дорожнього одягу були б імовірнісні моделі. Моделі імовірнісні – це спроба врахувати стохастичні особливості процесу деградації дорожнього

одягу. Більшість з запропонованих моделей імовірності засновані на моделюванні процесів на основі ланцюга Маркова – спеціального стохастичного процесу дискретного типу, де стан системи (наприклад стан дорожнього одягу) X_t в $t + 1$ часі залежить від стану системи X_t в якомусь попередньому t часі, але не залежить від того, як стан системи X_t був отриманий [10].

Більш того, процес здійснення проектів програми – динамічний, стохастичний і невизначений по самій своїй природі, тобто ризикований. Наприклад, перспективна інтенсивність та склад руху залежать від багатьох факторів ризику – розвитку економіки, рівня автомобілізації та інших важко прогнозованих параметрів. Дані спостережень інтенсивності дорожнього руху за допомогою автоматичних датчиків показали, що коефіцієнт приросту інтенсивності руху змінювався за останні десять років як в більшу так і в меншу сторону.

Висновок. Існує декілька методів математичного програмування для вирішення проблеми поступового приведення стану дорожнього одягу до нормативного рівня, проте всі вони потребують подальшого аналізу та удосконалення в напрямку врахування стохастичних факторів і умов невизначеності. Для оптимізації процесу виконання програми робіт та врахування дії на дорожній одяг випадкових факторів доцільно застосувати імітаційну модель з імітацією випадкових подій і величин методом Монте-Карло та оптимізацію на основі генетичних алгоритмів.

Але поки що не існує міжнародної визнаної моделі руйнування дорожнього одягу, а це в свою чергу не сприяє створенню єдиної моделі як оцінки його стану, так і визначення необхідних об'ємів ремонтно-відновлювальних заходів. Тому створення системи оцінки стану доріг та прогнозу необхідних обсягів робіт, який використовує теорію деградації їх елементів, ще знаходиться на недостатньому теоретико-практичному рівні.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Руководство к своду знаний по управлению проектами (*Руководство PMBOK®*)— Четвертое издание, 2008. – 496 с.
2. Хеми А. Таха. Введение в исследование операций. Седьмое издание. Издательский дом «Вильямс», 2005. – 428 с.
3. K. Golabi, R. Kulkarni, G. Way, A statewide pavement management system, *Interfaces* 12 (6) (1982), pp. 5–21.
4. Feighan, K.J., Shahin, M.Y. and Sinha, K. C. (1987), “A dynamic programming approach to optimization for pavement management systems”, 2nd North Am. Conf. on Managing Pavements. pp. 2.195–2.206.
5. Chen, Xin, G. Claros, and W.R. Hudson (1992). Mixed-Integer Programming Model for AASHTO Flexible Pavement Design. *Transportation Research Record*, 1344, 139-147.
6. Демішкан В.Ф. Удосконалення управління станом автомобільних доріг за умов обмежених ресурсів. Дис. канд. техн. наук, Харк. держ. автомоб.-дорож. техн. ун-т. – Х., 2000. — 162 с.
7. Харченко А.М. Удосконалення методів проектування річної програми робіт дорожньо-ремонтних організацій. Дис. канд. техн. наук, Київ. 2010 – 183 с.
8. Jaewook Yoo. Multi-period optimization of Pavement Management Systems. Submitted to the Office of Graduate Studies of Texas A&M University in partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy, 2004 – 104 p.
9. Fwa TF, Sinha KC and Reversion JDN. 1988. Highway Routine Maintenance Programming at Networking Level. *Journal of Transportation Engineering*. ASCE 1988;114 (5):539-54.
10. Maintenance optimization of infrastructure networks using genetic algorithms. // G. Morcouc, Z. Lounis, *Automation in Construction* 14 (2005) 129– 142.
11. Review of Application of Genetic Algorithms in Optimization of Flexible Pavement Maintenance and Rehabilitation in Nigeria // Clarkson Uka CHIKEZIE, Adekunle Taiwo OLOWOSULU, Olugbenga Samuel ABEJIDE, Baba A. KOLO. *World J of Engineering and Pure and Applied Sci.* 2011;1(3), pp. 68-76.
12. Analysis of pavement management activities programming by particle swarm optimization. // Navid Reza Tayebi, Fereidun Moghadasnejhad, Abolfazl Hassani, *ACEEE Int. J. on Communication*, Vol. 02, No. 01, Mar 2011. – p. 22-27.

РЕФЕРАТ

Ігнатюк В.В. Оптимізація програм ремонту дорожнього одягу автомобільних доріг/ Вікторія Василівна Ігнатюк // Вісник НТУ. – К.: НТУ – 2012. – Вип. 26.

В статті розглядається проблема приведення стану дорожнього одягу до нормативного рівня за певну кількість років.

Об'єкт дослідження – оптимізація програми дорожньо-ремонтних робіт

Мета роботи – сформулювати задачу оптимізації програми дорожньо-ремонтних робіт для досягнення заданого стану дорожнього одягу на мережі доріг за задану кількість років.

Метод дослідження – моделювання на основі багатовимірної задачі дискретної оптимізації.

Для багатокритеріальної оптимізації програм ремонтів були запропоновані такі методи: цільове програмування, метод зважених сум, методи на основі нечітких множин, генетичні алгоритми, метод ε -обмежень. В статті запропоновано вирішення задачі оптимізації програми дорожньо-ремонтних робіт для досягнення заданого стану дорожнього одягу на мережі доріг за задану кількість років як багатовимірну задачу дискретної оптимізації.

Прогнозні припущення щодо розвитку об'єкта дослідження – застосувати імітаційну модель з імітацією випадкових подій і величин методом Монте-Карло та оптимізацію на основі генетичних алгоритмів.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ, ДОРОЖНІЙ ОДЯГ, МЕТОДИ ОПТИМІЗАЦІЇ, ПРОГРАМА РОБІТ, СТАН ДОРІГ.

ABSTRACT

Ignatyuk V. Optimizing programs repair pavement roads / Victoria V. Ignatyuk / Visnyk NTU. – K.: NTU. – 2012. – Vol. 26.

The paper deals with the problem of bringing the pavement to the required level for a number of years.

Object of research – program optimization treatment of road.

Purpose – to formulate the optimization problem for the program of road repair work to achieve a given condition of pavement on the road network for a specified number of years.

Research method – multidimensional discrete optimization problems.

For multiobjective optimization software repairs were offered the following methods: targeted programming method, weighted sums method, method based on fuzzy sets, genetic algorithms, the method of ε -constraints. The paper considers the problem of solving optimization program of road repair work to achieve a given condition of pavement on the road network for a specified number of years as a multidimensional problem of discrete optimization.

Expected assumptions about the object of study – apply a simulation model with simulated random events and values of method Monte Carlo and optimization based on genetic algorithms.

KEYWORDS: MATHEMATICAL MODEL, PAVEMENT, OPTIMIZATION TECHNIQUES, PROGRAMME OF REPAIRS, THE CONDITION OF ROADS.

РЕФЕРАТ

Игнатюк В.В. Оптимизация программ ремонта дорожной одежды автомобильных дорог / Виктория Васильевна Игнатюк // Вестник НТУ. – К.: НТУ. – 2012. – Вып. 26.

В статье рассматривается проблема приведения состояния дорожной одежды до нормативного уровня за определенное количество лет.

Объект исследования – оптимизация программы дорожно-ремонтных работ.

Цель работы – сформулировать задачу оптимизации программы дорожно-ремонтных работ для достижения заданного состояния дорожной одежды на сети дорог за заданное количество лет.

Для многокритериальной оптимизации программ ремонтов были предложены следующие методы: целевое программирование, метод взвешенных сумм, методы на основе нечетких множеств, генетические алгоритмы, метод ε -ограничений. В статье предложено решение задачи оптимизации программы дорожно-ремонтных работ для достижения заданного состояния дорожной одежды на сети дорог за заданное количество лет как многомерной задачи дискретной оптимизации.

Прогнозные предположения о развитии объекта исследования – применить имитационную модель с имитацией случайных событий и величин методом Монте-Карло и оптимизацию на основе генетических алгоритмов.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ, ДОРОЖНАЯ ОДЕЖДА, МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ, ПРОГРАММА РАБОТ, СОСТОЯНИЕ ДОРОГ.