

бетонної суміші вібруванням (праці професора А.С. Десова, П.М. Міклашевського). Вже в передвоєнні роки на будівництві каналу Москва-Волга майже 90% бетонних робіт було здійснено з використанням малорухливих і рухливих бетонних сумішей, які ущільнювали вібраторами. На цьому етапі було також повністю механізовано процес приготування бетонної суміші, широкого застосування набули стаціонарні і пересувні бетонозмішувачі.

На той час вже був досвід широкого впровадження в будівельне виробництво методів зимового бетонування (професори І.А. Кирієнко, С.А. Миронов та ін.), що мало дуже важливе значення у воєнні роки — за рекордно короткий термін у зимових умовах були збудовані на Уралі і в Сибіру сотні цехів і заводів для оборонної промисловості.

В 1950-1970-ті післявоєнні роки інтенсивний розвиток виробництва збірних бетонних і залізобетонних конструкцій для житлового і промислового будівництва, значне розширення їхньої номенклатури. За короткий термін, починаючи з 1954 року, створюється нова потужна галузь індустріального будівництва — промисловість збірного залізобетону, до складу якої входить більше 6 тис. підприємств різної потужності. Значно збільшилися масштаби житлового і промислового будівництва, досягнуто значної економії сталі і деревини, зменшено питомі трудові витрати. Використовуються нові ефективні види в'язучих, нові види бетонів, розвивається дуже важливий і ефективний напрям удосконалення технології бетону — застосування хімічних добавок для покращення властивостей бетонної суміші і затверділого бетону, економії матеріальних і енергетичних ресурсів. Створюється нове технологічне обладнання з метою підвищення ефективності процесів приготування бетонної суміші і її ущільнення, теплової обробки тощо.

Висновки. Дослідження основних етапів розвитку науки про цементний бетон, дозволяють зробити висновок, що цементобетон був і є одним із основних будівельних матеріалів в різних областях будівництва, а застосування сучасних технологій робить цей матеріал ще більш перспективним.

Література

1. Гоц В.І. Бетони і будівельні розчини: Підручник. — К.: ТОВ УВПК «ЄкоОб», К.: КНУБА, 2003. — 472 с.: іл.
2. Дворкін Л.Й., Дворкін О.Л. Бетони і будівельні розчини: Підручник. — К.: Основа, 2008. — 488 с.: іл.
3. Калішук О.Л. Технологія бетону: Підручник. — К.: Вища школа, 1969. — 266 с.: іл.
4. Микульський В. Г. Строительные материалы (металловедение и технология): Учебное пособие. — М.: ИАСВ, 2002. — 536 с.
5. Пащенко О.О., Сербін В. П., Страчевська О. О. В'язучі матеріали: Підручник. — К.: Вища школа, 1995. — 360 с.: іл.
6. Чистяков В.В., Доршенко Ю.М., Грановский И.Г. Интенсификация твердения бетона. — К.: Будівельник, 1988. — 118 с.: іл.

УДК 625.71.8

ОСНОВНІ НАПРЯМКИ УДОСКОНАЛЕННЯ РОЗРОБКИ РІЧНОЇ ПРОГРАМИ ДОРОЖНЬО-РЕМОНТНИХ РОБІТ

Кандидат технічних наук Канін О.П.,
Харченко А.М.

В статті розкривається підхід до проектування річної програми робіт дорожньо-ремонтних організацій шляхом застосування експертної системи проектування (ЕСПР). На практиці застосування запропонованої ЕСПР дозволяє перейти від інтуїтивного до наукового обґрунтування прийнятих у ході проектування рішень в управлінні проектами та програмами експлуатації автомобільних доріг.

The article reveals an approach to designing the annual work program of road maintenance organizations through the application of expert system design (ESPR). In practice, the application of the proposed ESPR will move from intuitive to scientific evidence taken during the design decisions in project management and maintenance programs of roads.

Постановка проблеми. Управління системою виконання поточного ремонту та експлуатаційного утримання доріг державного значення потребує постійного отримання, накопичення та обробки значного

об'єму вихідних даних про наявність і стан елементів автомобільних доріг, нормативні показники витрат ресурсів та фактичне виконання робіт.

Висока ефективність використання даних можлива лише при впровадженні сучасних інформаційних технологій, що забезпечують необхідну концентрацію і централізацію об'єктивно необхідної для здійснення управління станом доріг інформації, її узагальнення та ефективну обробку.

Науково-обґрунтоване рішення задачі проектування річної програми робіт сприяє забезпеченню високого транспортно-експлуатаційного рівня стану доріг та скорочення витрат на перевезення вантажів і пасажирів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В діючій на практиці системі проектування річної програми робіт дорожніх організацій відсутня оцінка потенційного і фактичного впливу робіт з ремонту та утримання доріг на стан мережі автомобільних доріг, рівень інформаційного забезпечення процесу підготовки прийняття рішень недостатній, розглядається незначна кількість альтернатив ремонтних робіт, використовуються фрагментарні і не комплексні програмні засоби опрацювання вихідних даних для обґрунтування управлінських рішень.

Постановка завдання. Метою статті є розкриття підходу щодо удосконалення методів проектування річної програми дорожньо-ремонтних робіт шляхом застосування експертної системи проектування.

Виклад основного матеріалу. Проектування річної програми робіт можна розглядати на двох рівнях. По-перше, потрібно визначити річну потребу в ремонтах та утриманні доріг на рівні дорожньої мережі для обґрунтування розмірів фінансування з боку Державної служби автомобільних доріг України. По-друге, потрібно конкретизувати річні об'єми робіт: відібрати найбільш ефективні проекти ремонтів і встановити максимально можливий при заданих обмеженнях рівень обслуговування доріг.

Головними характеристиками річної програми робіт відносяться перелік і річні об'єми робіт, які визначають потребу всіх видів потрібних для їх виконання ресурсів. Об'єми робіт та їх структура визначають необхідну виробничу потужність дорожньої організації [1].

Потенційні об'єми ремонтних робіт визначаються ступенем відхилення фактичного стану доріг від нормативного. Експлуатаційний стан характеризує здатність дороги забезпечувати її споживчі якості. Під впливом зовнішніх і внутрішніх чинників, що здебільшого мають імовірнісну природу, виникають і прогресують пошкодження елементів дороги, і стан дороги поступово погіршується. Беручи до уваги складний і багатовимірний простір спостережених пошкоджень, експлуатаційний стан оцінюється за допомогою безрозмірних шкал рейтингу на основі узагальнення впливу різних пошкоджень.

Експлуатаційний стан дороги являє собою результат двох протилежних процесів: процесу розвитку пошкоджень елементів доріг і процесу ліквідації пошкоджень шляхом виконання робіт з ремонту та утримання доріг. Стан визначається наявністю і характером пошкоджень елементів доріг.

В кожному момент часу елемент дороги перебуває в одному з експлуатаційних станів (таблиця 1) [3]. Оцінка характеру та розмірів пошкоджень повинна проводитись за такими показниками як:

— рівень серйозності зі шкалою: низький (Н), середній (С), високий (В);

— рівень розповсюдження зі шкалою: незначний (Н), помірний (П), значний (З).

Досягнення параметрами елементів граничних нормативних значень (рівня втручання [2]) зумовлюють необхідність виконання певних дорожніх робіт.

Пропонується будувати модель річної програми робіт на основі імовірнісного підходу. Стохастична модель — динамічна модель, у якій процес деградації елементів доріг стохастичний (природно-напівмарковський). Існує багато факторів: погодні умови, рівні транспортних потоків, характеристики матеріалів, — які роблять процеси деградації елементів доріг імовірнісними за своєю природою.

Таблиця 1

Загальна характеристика експлуатаційних станів

Експлуатаційний стан	Назва стану	Границі рейтингу стану елементу, балів
Стан 1	Відмінний	понад 80 до 100 включно
Стан 2	Добрий	понад 60 до 80 включно
Стан 3	Задовільний	понад 40 до 60 включно
Стан 4	Поганий	понад 20 до 40 включно
Стан 5	Аварійний	понад 0 до 20 включно

Хоча в багатьох дослідженнях та методиках розрахунку ефективності ремонтів пропонується використовувати критерій мінімуму дорожньо-транспортних витрат, при його розрахунку виникають суттєві інформаційні та методологічні проблеми, що стосуються визначення його окремих складових, зокрема транспортної складової. Крім того, цей критерій дуже важко контролювати. Тому більш реальним і практично обґрунтованим може бути критерій максимізації експлуатаційного стану мережі доріг, який може бути забезпечений в умовах ресурсних обмежень.

Формулювання задачі

Мережа доріг складається з доріг D різних категорій визначеної протяжності L . Дороги діляться на більш-менш однорідні ділянки — секції довжиною 1 км, як це прийнято в БОС, K . Кожна секція включає елементи з множини E .

Індекси:

d — номер дороги, $d = 1, \dots, D$;

k — номер секції, $k = 1, \dots, K$;

e — номер елемента дороги зі списку елементів доріг, $e = 1, \dots, E$;

a — варіант ремонтних робіт, $a = 1, \dots, A$;

r — номер ресурсу необхідного для виконання робіт, $r = 1, \dots, N$;

s, i, j — номер стану елемента, $1, \dots, 5$.

Параметри моделі:

IP_{ds} — індекс руху на дорозі d в секції k ;

R_{dkesa}^e — рейтинг стану e -го елемента, що досягає стану s після виконання альтернативи робіт a ;

C_{dkesa} — вартість виконання альтернативи робіт a з ремонту e -го елемента на дорозі d в секції k ;

RE_{dkesa} — потреба в ресурсах r -го типу виконання альтернативи робіт a з ремонту e -го елемента на дорозі d в секції k ;

B — загальна вартість робіт (бюджетні асигнування);

RE_r — наявність r -го виду ресурсу;

P_{dkesaj}^e — імовірність переходу e -го елемента на дорозі d в секції k в стан j після виконання робіт альтернативи a , якщо елемент знаходився в стані s ;

δ_s^e — максимальний об'єм елемента в недопустимому рівні стану;

ω_j^e — мінімальний об'єм елемента в допустимому рівні стану;

Змінні рішення:

X_{dkesa} — об'єм елемента e на дорозі d секції k в стані s , що потребує виконання роботи з варіантом a .

Конкретизуємо функцію цілі:

$$Z = \frac{\sum_d \sum_k \sum_s \sum_a (R_{dksa}^c \times X_{dksa} \times IP_{dk})}{\sum_d (L_d \times \sum_k IP_{dk})} \Rightarrow \max \quad (1)$$

Обмеження:

а) з вартості робіт

$$\sum_d \sum_k \sum_e \sum_a (X_{dkesa} \times C_{dkesa}) \leq B, \quad (2)$$

б) динамічні зміни в стані деградації елемента (напівмарковський процес)

$$\sum_a X_{dkeja} = \sum_s \sum_a (X_{dkesa} \times P_{dkesaj}), \forall d, k, j, \quad (3)$$

в) ресурсні

$$\sum_d \sum_k \sum_e \sum_a \sum_i (X_{dkesa} \times RE_{dkesai}) \leq RE_i, i = \overline{1, N}, \quad (4)$$

г) специфікація умов деградації елементу мережі

$$\sum_d \sum_k \sum_a X_{dkesa} \leq \delta_s^e, \forall e, \text{ якщо } s \text{ недопустимо,} \quad (5)$$

$$\sum_d \sum_k \sum_a X_{dkeja} \leq \omega_j^e, \forall e, \text{ якщо стан } j \text{ допустимий,} \quad (6)$$

д) невід'ємність

$$X_{dkesa} \geq 0, \forall d, k, e, s, a. \quad (7)$$

Реалізація приведеної моделі проектування річної програми робіт на основі розроблених теоретичних підходів можлива шляхом створення комп'ютерної бази даних та розробки програмного забезпечення експертної системи проектування річної програми робіт.

Експертна система уявляє собою спеціалізоване програмне та інформаційне забезпечення, яке містить знання експертів з питань планування робіт в дорожній галузі та має здатність робити логічні висновки на основі цих знань, забезпечуючи вирішення специфічних завдань, зокрема, проектування річної програми робіт. Структура експертної системи наведена на рис. 1.



Рис. 1. Структура експертної системи

База знань в експертній системі проектування річної програми дорожньо-ремонтних робіт включає: функції належності рівнів серйозності і розповсюдження пошкоджень; дані про варіанти робіт з ремонту та утримання доріг, які відповідають певним станам елементів доріг.

База даних включає: дані про наявність елементів доріг, їх об'єми та розміщення; дані про спостережені пошкодження елементів доріг, отримані в результаті моніторингу стану доріг.

Під час вирішення окреслених задач необхідно спиратись на сучасні існуючі бази даних та програмне забезпечення, яке використовується в дорожній галузі у сучасних умовах (програмні комплекси СУСП, АЕСУМ, СУПРУД, АРМ-СК).

Інструментарієм до зниження трудомісткості розробки програмного забезпечення експертної системи проектування річної програми дорожньо-ремонтних робіт (ЕСПР) є використання вже наповнених баз даних про наявність і поточний стан автомобільних доріг.

Необхідно вмонтувати в існуючі бази даних і програмні комплекси нові принципові доповнення, що реалізують функціональність ЕСПР.

В основу розробки програмного забезпечення ЕСПР покладена ідея взаємодії ЕСПР з комплексом програмних засобів планування ремонтно-відновлювальних заходів (СУСП, АЕСУМ, АРМ-СК) (рис. 2).

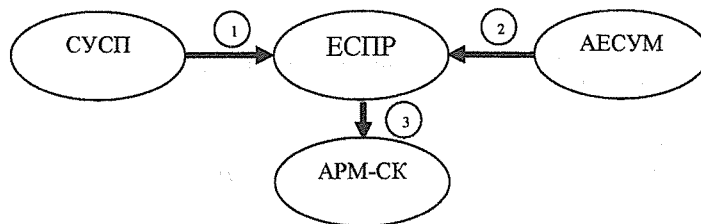


Рис. 2. Місце експертної системи ЕСПР в галузевому програмному комплексі управління станом автомобільних доріг

З огляду на те, що існуючі програмні засоби були створені в середовищі розробки Delphi 7.0, в якості процедурної мови програмування була вибрана мова Object Pascal, яка в повному обсязі реалізує сучасні принципи об'єктно-орієнтованого програмування. Вихідні екранні форм — інтерфейси користувача побудовані за принципом інтуїтивної зрозумілості, згідно якому користувач ЕСПР спирається на свій досвід використання різноманітних програм, що знайшли широке розповсюдження в практиці і вивчаються в освітніх закладах.

В якості системи управління базами даних використовувався MS SQL Server 2005, що застосований в СУСП, АЕСУМ та АРМ-СК.

Взаємодія програмних засобів (рис. 2) полягає в наступному.

1. Обробка в СУСП даних інструментальних вимірювань міцності, рівності та коефіцієнту зчеплення дозволяє визначити ділянки доріг, дорожній одяг яких потребують капітального або поточного планово-попереджувального ремонтів.
2. АЕСУМ використовується для планування всіх видів ремонтів та утримання автодорожніх мостів.
3. до програмного комплексу АРМ-СК експортуються необхідні дані обчислених об'ємі робіт. АРМ-СК виконує розрахунки кошторисної вартості робіт і потреби трудових і матеріально-технічних ресурсів (інвесторського кошторису і договірної ціни) та забезпечує видачу кошторисної документації в передбаченій ДБН стандартній формі.

Методика застосування розроблених моделей викладена в «Інструкції по визначенню рівнів експлуатаційного стану автомобільних доріг державного значення та їх елементів» [4] та «Методиці управління системою виконання поточного ремонту та експлуатаційного утримання доріг державного значення» [5], які впроваджені в Державній службі автомобільних доріг України «Укравтодор».

Висновки. Основними задачами реалізації приведеної моделі проектування річної програми робіт на основі розроблених теоретичних підходів є створення комп'ютерної бази даних як інформаційної моделі експертної системи та розробка програмного забезпечення для редагування бази даних, виведення результатів розрахунку та пред'явлення користувачу необхідної інформації про річну програму робіт.

Література

1. Файнгольд М.Л., Кузнецов Д.В. Принципы расчета производственной мощности и загрузки оборудования / М.Л. Файнгольд, Д.В. Кузнецов. — Владимир, 2002. — 86 с.
2. Road Maintenance performance Contracts. Volume 3. Guidelines for Undertaking Routine Maintenance. Fourth Edition. Queensland Department of Main Roads, 2001 — 226 p.
3. Методика планування річних обсягів робіт з поточного ремонту та експлуатаційного утримання автомобільних доріг. М 218-02070915-653:2008. — Київ: Укравтодор. — 2008.
4. Інструкція по визначенню рівнів експлуатаційного стану автомобільних доріг державного значення та їх елементів. ІН В.3.1-218-336:2010. — Київ: Укравтодор. — 2010.
5. Методика управління системою виконання поточного ремонту та експлуатаційного утримання доріг державного значення. М 218-02070915-669:2010. — Київ: Укравтодор. — 2010.