



- © О.Ю. Тимошук, наук. співробітник (ДП “ДерждорНДІ”),
- © О.І. Рахуба, канд. тех. наук, доцент (НТУ)

## ВПРОВАДЖЕННЯ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСУ УПРАВЛІННЯ АВТОМОБІЛЬНИМИ ДОРОГАМИ

**Анотація.** Виконано аналіз впровадження геоінформаційних (ГІС) технологій в дорожній галузі України. Розглянуто доцільність використання даних технологій на всіх етапах життєвого циклу автомобільної дороги. Запропоновано методику поетапного впровадження ГІС технологій із визначенням оптимального ефекту на кожному етапі.

**Ключові слова:** автомобільна дорога, геоінформаційні технології, ефективність.

**Анотация.** Выполнен анализ внедрения геоинформационных технологий в дорожной отрасли Украины. Рассмотрена целесообразность использования данных технологий на всех этапах жизненного цикла автомобильной дороги. Предложена методика поэтапного внедрения ГИС технологий с определением оптимального эффекта на каждом этапе.

**Ключевые слова:** автомобильная дорога, геоинформационные технологии, эффективность.

**Annotation.** The analysis of the implementation of GIS in the road industry of Ukraine. We consider the feasibility of using these technologies at all stages of the life cycle of road. The method of phased implementation of GIS technology with determination the optimum effect at each stage.

**Keywords:** road, GIS technology, efficiency.

### Вступ

Із розвитком дорожньої галузі зростає значення технічного обліку та паспортизації, діагностики й оцінки технічного стану автомобільних доріг. Дані, отримані при виконанні зазначених робіт, використовуються для наповнення інформаційної бази даних паспорта автомобільної дороги, яка є основою при вирішенні завдань з управління, визначення та оцінки технічного рівня, транспортно-експлуатаційного стану, споживчих властивостей автомобільних доріг та об'єктів транспортної інфраструктури, а також управлінням дорожньою мережею з метою раціонального використання фінансових ресурсів.

Одним із перспективних шляхів вирішення вказаних завдань є впровадження ГІС технологій, що дозволяють систематизувати, аналізувати та викорисовувати для прийняття оптимальних управлінських рішень гігантські обсяги інформації, що накопичуються у процесі паспортизації та діагностики автомобільних доріг.

### Основна частина

Від рівня та повноти інформаційного забезпечення залежить ефективність управління виробничими та господарськими процесами на підприємствах дорожньої галузі, здатність функціонувати в складних економічних умовах [1].

Так як автомобільні дороги являють собою сукупність просторово прив'язаних географічних об'єктів зі складною і різноманітною атрибутивною інформацією, то роботи зі стратегічного планування обсягів дорожніх робіт і управління дорожніми організаціями доцільно проводити з використанням ГІС технологій. Ці системи мають можливості зберігання будь-яких обсягів

різноманітної просторово прив'язаної інформації, виконання складного аналізу даних, видачі наочних налаштованих графоаналітичних матеріалів.

Використання таких технологій в практичній роботі дозволяє значно підвищити ефективність прийняття рішень з різних питань розвитку і функціонування мережі автомобільних доріг.

Зокрема впровадження ГІС технологій для управління мережею автомобільних доріг в Україні було розпочато з пілотних проектів у Службі автомобільних доріг Миколаївської області та під час проведення ЄВРО-2012 [2, 3].

За останні роки було розроблено ряд нормативно-технічних документів, зокрема Стандартів організації України (СОУ) [4–8], в яких встановлені вимоги щодо виконання робіт з інформаційного забезпечення дорожньої галузі.

На сьогодні для прийняття деяких рішень при управлінні мережею автомобільних доріг використовуються різні інформаційні системи, що функціонують незалежно одна від одної (ЕПАД, СУСП, АЕСУМ тощо). Технічні засоби збору інформації для окремих інформаційних систем надають відомості в різних форматах, що виключає можливість їх аналізу єдиними програмними комплексами.

Однак завдання дорожньої галузі не можна розглядати окремо. Для їх вирішення повинен застосовуватися комплексний підхід, який допоможе уникнути непотрібного дублювання та збереже трудові, матеріальні та фінансові ресурси.

З урахуванням вищенаведеного, основною метою впровадження ГІС технологій є створення єдиної ГІС автомобільних доріг для прийняття ефективних рішень

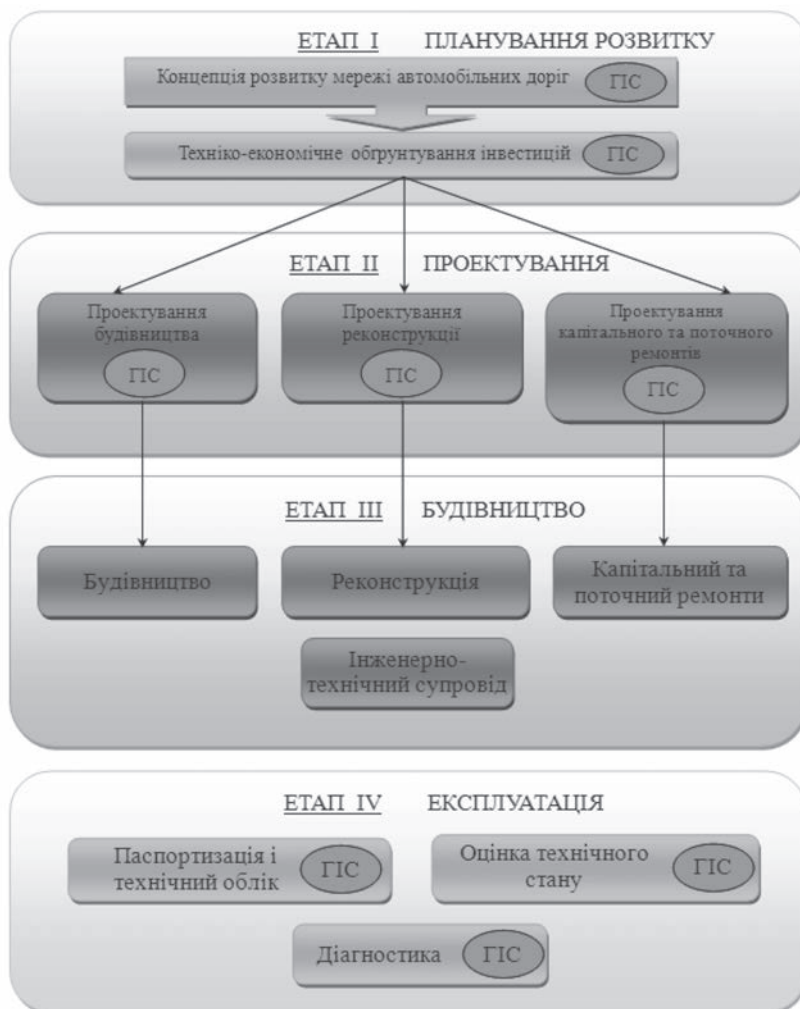


Рис. 1. Використання ГІС технологій протягом життєвого циклу автомобільної дороги

на етапах життєвого циклу автомобільної дороги: від планування розвитку мережі автомобільних доріг до проектування будівництва, ремонтів та експлуатаційного утримання (рис. 1).

Наведена єдина модель необхідна для усунення багаторазового дублювання робіт на етапах життєвого циклу автомобільної дороги. При створенні єдиного інформаційного простору та повномасштабного впровадження ГІС автомобільних доріг виникає ряд проблем, як специфічних, так і дорожніх, а саме:

1. Вибір оптимальної моделі даних. У дорожній галузі це питання стоїть особливо гостро внаслідок складності і різноманітності інформації про об'єкти дорожньої інфраструктури. Розробка єдиної моделі повино ґрунтуватися на таких основних принципах: забезпечення підтримки різних типів даних, їх надійне зберігання, сумісності з іншими системами та ін.

2. Відсутність вертикального зв'язку на всіх рівнях інформаційних систем. Роз'єднаність вертикальних зв'язків пояснюється несумісністю форматів даних різних інформаційних систем.

3. Відсутність горизонтального зв'язку між підібними інформаційними системами. Горизонтальна роз'єднаність пояснюється відсутністю єдиної концепції створення і розвитку таких систем.

4. У дорожній галузі гостро стоїть проблема збору та оновлення інформації. Паспортизація та діагностика об'єктів дорожньої інфраструктури завжди була одним з найбільш зловодених проблем. Діючі нормативні документи, технології та дорожні лабораторії істотно застаріли або не відповідають вимогам теперешньої ситуації. Що і як буде визначатися в результаті паспортизації, точність, достовірність даних, їх оперативна актуалізація – ось лише мала частина завдань, які необхідно вирішити.

Зупиняючись на останній проблемі та враховуючи те, що її вирішення пов'язане зі значними трудовими і матеріальними витратами, необхідно розробити таку схему її впровадження, коли деякі результати роботи можна використовувати вже на першому етапі, а далі лише розширювати і адаптувати її під конкретні завдання.

Найбільш оптимальним концептуальним підходом є використання методу динамічного програмування [10], з використанням якого є можливість розробки математичної моделі поступового (покрокового) впровадження ГІС автомобільних доріг, що дасть змогу на кожному конкретному етапі приймати оптимальні рішення та в кінцевому результаті отримати максимальний економічний ефект.



При вирішенні поставленого завдання з використанням методу динамічного програмування слід керуватися такими принципами:

1. Вибрати параметри, що характеризують стан процесу впровадження ( $S$ ) перед кожним етапом.

До числа таких параметрів можна віднести витрати на впровадження ГІС автомобільних доріг на кожному етапі ( $E$ ) та економічний ефект від впровадження технологій ( $C$ ).

2. Розділити процес впровадження на етапи (кроки).

Згідно запропонованої схеми (рис. 1) загальний процес впровадження ГІС автомобільних доріг можна розділити на 4 етапи:

Етап 1 – планування розвитку мережі автомобільних доріг;

Етап 2 – проектування робіт з будівництва, реконструкції, капітального і поточного ремонтів автомобільних доріг;

Етап 3 – виконання робіт з будівництва, реконструкції, капітального і поточного ремонтів автомобільних доріг та інженерно-технічний супровід вказаних робіт;

Етап 4 – виконання комплексу робіт при експлуатаційному утриманні автомобільних доріг: паспортизація і технічний облік, діагностика та оцінка технічного стану.

3. З'ясувати набір крокових управлінь  $x_i$  на кожному етапі і визначити їх межі (обмеження).

4. Визначити, який ефект ( $E_i$ ) приносить управління  $x_i$  на  $i$ -му етапі, якщо перед цим процес був у стані ( $S$ ), тобто записати “функцію ефекту”:

$$E_i = f_i(S, x_i). \quad (1)$$

5. Визначити, як змінюється стан ( $S$ ) процесу ( $S'$ ) під впливом управління  $x_i$  на  $i$ -му етапі: процес переходить в новий стан:

$$S' = \varphi_i(S, x_i). \quad (2)$$

Записати основне рекурентне співвідношення динамічного програмування, що виражає умовний оптимальний ефект  $E_i(S)$  (починаючи з  $i$ -го етапу і до кінцевого) через вже відому функцію  $E_{i+1}(S)$ :

$$E_i(S) = \max_{x_i} [f_i(S, x_i) + E_{i+1}(\varphi_i(S, x_i))] \quad (3)$$

Цьому ефекту відповідає умовне оптимальне керування на  $i$ -му кроці  $x_i(S)$  (причому у вже відому функцію  $E_{i+1}(S)$  треба замість  $S$  підставити змінений стан  $S' = \varphi_i(S, x_i)$ ).

7. Провести умовну оптимізацію останнього ( $m$ -го) кроку, задаючись множиною станів ( $S$ ), з яких можна за один крок дійти до кінцевого стану, обчислюючи для кожного з них умовний оптимальний ефект за формулою:

$$E_m(S) = \max_{x_m} [f_m(S, x_m)] \quad (4)$$

8. Провести умовну оптимізацію ( $m-1$ )-го, ( $m-2$ )-го кроків за формулою (2), вважаючи в ній  $i = (m-1)$ , ( $m-2$ ), ..., і для кожного з етапів вказати умовне оптимальне керування  $x_i(S)$ , при якому досягається максимум.

9. Провести безумовну оптимізацію управління, враховуючи відповідні рекомендації на кожному етапі.

10. Загальний ефект від впровадження ГІС автомобільних доріг з урахування умов оптимізації на кожному етапі визначається за формулою:

$$E = \prod_{i=1}^m E_i. \quad (5)$$

При реалізації запропонованого підходу при впровадженні окремих блоків ГІС автомобільних доріг маємо ряд переваг:

– зменшуються поточні трудові і матеріальні витрати за рахунок поетапного впровадження ГІС технологій;

– більша гнучкість процесу впровадження, оскільки дозволяє поступово відслідковувати стан процесу та його “відгук” на структурні зміни;

– можливість внесення змін на кожному етапі впровадження (за необхідності) та коригування вхідних умов (обмежень) для отримання максимального ефекту і оптимізації витрат на наступних етапах.

### Висновки

Впровадження ГІС технологій при управлінні мережею автомобільних доріг є актуальним завданням. Однак для реалізації запропонованого підходу на всіх етапах життєвого циклу автомобільної дороги доцільно використовувати метод дослідження у вигляді динамічного програмування.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Рева О.О. Підвищення конкурентоспроможності підприємства на основі запровадження інформаційних систем та технологій [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://www.kntu.kr.ua/doc/zb\\_18\\_1\\_ekon/stat\\_18\\_1/07.pdf](http://www.kntu.kr.ua/doc/zb_18_1_ekon/stat_18_1/07.pdf).
2. Сизоненко В.В. Тенденції розвитку управління дорожнім господарством на основі новітніх світових геоінформаційних технологій [Текст] / В.В. Сизоненко, Л.Л. Рибіцький // Дорожня галузь України. – 2008. – № 3. С. 62–63.
3. Рибіцький, Л.Л. Геоінформаційна система управління автомобільними дорогами України – на допомогу водіям [Текст] / Л.Л. Рибіцький, Г.А. Харченко // Дорожня галузь України. – 2010. – № 1., С. 49–52.
4. СОУ 45.2-00018112-038:2009 Паспорт автомобільної дороги (зі Зміною № 1).
5. СОУ 45.2-00018112-063:2011 Вимоги до автоматизованої системи управління дорожньою галуззю.
6. СОУ 45.2-37641918-084:2012 Норми часу на паспортизацію автомобільних доріг.
7. СОУ 42.1-37641918-109:2013 Норми часу на супроводження геоінформаційної системи Укр-автодору.
8. СОУ 42.1-37641918-122:2014 Автомобільні дороги. Вимоги до комплексу робіт з інформаційного забезпечення.
9. Беллман Р., Калаба Р. Динамическое программирование и современная теория управления // М.: Наука – 1969. – 119 с.