

А.Г. Батракова, С.М. Урдзік, Є.В. Дорожко

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Україна

ГЕОІНФОРМАЦІЙНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ СТАНОМ ПОКРИТТЯ

За результатами аналізу структури інформаційних систем управління станом покриття, зарубіжного досвіду застосування геоінформаційних технологій для вирішення задач управління мережею автомобільних доріг, визначено вимоги до інформаційної системи управління станом покриття, основні проблеми, що стримують розвиток таких систем в Україні, обґрунтовано шляхи інтеграції географічних інформаційних систем у систему управління станом покриття.

Ключові слова: система управління станом покриття, географічні інформаційні системи, інформаційне забезпечення.

Постановка проблеми

Дорожні агентства всього світу відзначають необхідність застосування сучасного набору інструментів отримання та керування інформацією [1, 2], що дозволяє приймати обґрунтовані та ефективні рішення з проектування, будівництва, ремонту та експлуатаційного утримання автомобільних доріг як на локальному, так й на мережевому рівні, створювати та оновлювати системи управління станом покриття (СУСП, або PMS – Pavement Management System).

З другого боку, бурхливий розвиток геоінформаційних систем (ГІС), систем глобального позиціонування (Global Position System – GPS), сучасних методів отримання та інтерпретації інформації, таких як дистанційне зондування землі (Remote Sensing – RS), підповерхневе зондування (Ground-Penetrating Radar – GPR) надає можливості отримання та використання великого обсягу різноманітної інформації [3]. ГІС через здатність оперування великим обсягом атрибутивної та просторової інформації, наявність інструментарію введення, обробки та візуалізації просторових даних, можливість побудови сценаріїв розвитку, широко застосовуються у світовій практиці управління мережею автомобільних доріг. Такий спектр можливостей ГІС, а також необхідність застосування великого обсягу інформації у системі прийняття рішень щодо управління станом автомобільних доріг (PMS), стимулює інтеграцію ГІС автомобільних доріг і систем управління станом покриття.

Метою статті є огляд зарубіжного досвіду застосування ГІС технологій у PMS та шляхи інтеграції інформаційних ресурсів у СУСП України.

Аналіз сучасних досліджень і публікацій

У світовій практиці ГІС використовують для вирішення завдань управління станом магістральних автомобільних доріг [4], автомобільних доріг з незначним обсягом руху [5], управління станом аеродромних покриттів [6]. Сучасні PMS широко використовують можливості ГІС і засобів формування банку даних про стан покриття автомобільних доріг для: збору і аналізу даних [7] проектування бази даних PMS [5, 8, 9]; просторового аналізу ухилів поверхні, ґрунтово-геологічних та гідрологічних умов району розташування автомобільної дороги як факторів впливу на стан покриття [10]; інвентаризації та паспортизації автомобільних доріг [11]; візуалізації даних управління станом покриття на рівні проекту [12] та мережі автомобільних доріг; створення системи підтримки прийняття рішень щодо управління станом покриття [6]. Для формування банку даних ГІС та PMS наряду з традиційними методами отримання координатно прив'язаної інформації (аерофотознімання, дистанційне зондування землі) використовуються сучасні технології збору даних: системи позиціонування – GPS [3, 4]; дистанційного зондування за допомогою активних оптичних систем (лазерів) LiDAR [3]; у останній час – безпілотні літальні апарати [13]. Досвід багатьох країн свідчить про ефективність інтеграції ГІС і PMS.

В Україні розроблено нормативну базу, що регламентує застосування ГІС у дорожній галузі: Паспорт автомобільної дороги : СОУ 45.2-00018112-038:2016; Вимоги до автоматизованої системи управління дорожньою галуззю : СОУ 45.2-00018112-063:2011; Норми часу на супроводження геоінформаційної системи Укравтодору: СОУ 42.1-

37641918-109:2013; Вимоги до комплексу робі з інформаційного забезпечення дорожньої галузі. Автомобільні дороги введені в експлуатацію : СОУ 42.1-37641918-122:2014; Геоінформаційна система автомобільних доріг. Вимоги до складу, змісту та застосування СОУ 42.1-37641918-063:2016.

Разом з тим, незважаючи на очевидні переваги застосування інформаційних ресурсів та засобів отримання інформації, використання ГІС у галузі управління станом покриття обмежується відсутністю розробленої концепції інтеграції інформаційних ресурсів у СУСП.

Виклад основного матеріалу

Структура та вимоги до системи управління дорожнім покриттям

Системи управління дорожнім покриттям (PMS) впроваджуються та експлуатуються з кінця 70-х років, а з початку 80-х років – у всьому світі. Система управління дорожнім покриттям (PMS) охоплює всі аспекти процесу управління дорожнім покриттям – від планування і програмування до розробки і реалізації проектів [4]. За визначенням Амра Таваколі система управління дорожнім покриттям являє собою «організаційну та розрахункову програму для прогнозування та оцінки поточного стану покриття, визначення показників зносу та вибору методів і стратегій обслуговування та ремонту» [5]. Загальна структура PMS, що була розроблена для автомобільних доріг штату Арізона, вважається базовою для всіх типів PMS у США [5] та відображує елементи: інвентаризація, оцінка стану, аналіз потреб мережі, стратегії обслуговування та встановлення пріоритетів (рис. 1).

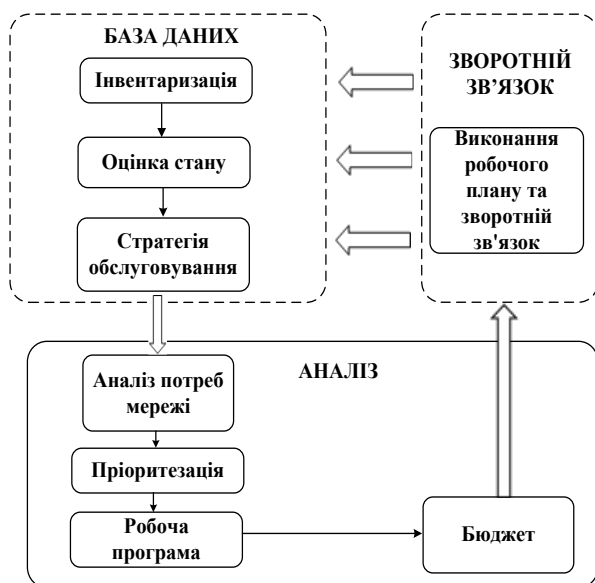


Рис. 1. Типова загальна структура PMS [5]

З погляду системного підходу PMS, будучи підсистемою відносно системи більш високого рівня – системи управління автомобільними дорогами, містить у собі: підсистему одержання й зберігання інформації про стан мережі автомобільних доріг; підсистему планування заходів на рівні дорожньої мережі з використанням різних стратегій обслуговування; підсистему аналізу проектів; підсистему фінансових розрахунків; підсистему контрактних закупівель (рис. 2).

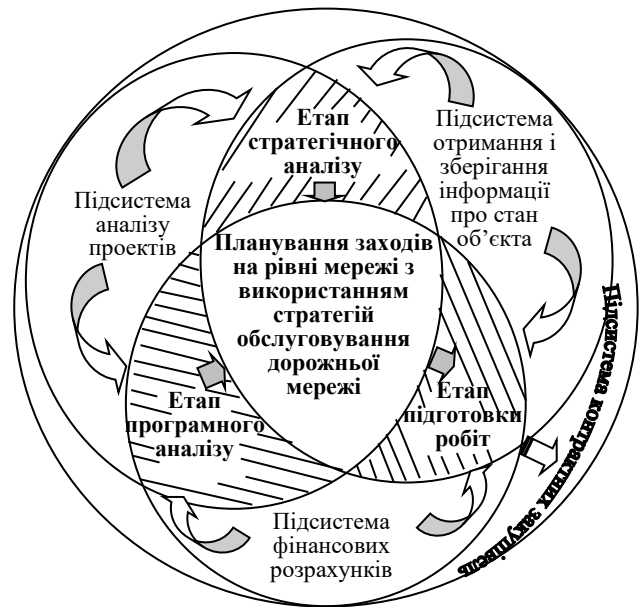


Рис. 2. Структура системи управління станом автомобільних доріг

Підсистема одержання й зберігання інформації про стан об'єктів мережі автомобільних доріг містить у собі моделі й методи оцінки й прогнозування стану дорожніх одягів з однієї сторони й набір методик і алгоритмів прийняття рішень – з іншої. У свою чергу, для вибору й використання найбільш ефективної й адекватної моделі, необхідно мати відповідний набір даних, як про поточний стан дорожнього одягу, так і про передісторію обслуговування. Вірогідність і повнота даних, що характеризують стан дорожніх одягів, забезпечує істотну економію коштів, що витрачаються на обслуговування дорожньої мережі. Отже, основною вимогою до моделі є можливість залучення сучасних засобів і методів одержання інформації про стан дорожнього одягу.

Разом з тим, руйнування дорожніх одягів – динамічний, складний й імовірнісний процес. Він є результатом спільного впливу різних факторів, таких як транспортні навантаження, природно-кліматичні умови, конструктивні особливості, а також деяких додаткових факторів. Тому найважливішою вимогою до моделі управління станом автомобільних доріг є можливість

врахування змін стану конструкції у процесі експлуатації. Це означає, що модель повинна містити методи прогнозування, що дозволяють кількісно оцінити стан мережі автомобільних доріг.

Підсистема планування заходів, спираючись на оцінку й прогнозування стану мережі автомобільних доріг, залучаючи підсистему аналізу проектів з ремонту й утримання автомобільних доріг і підсистему фінансових розрахунків, формує стратегії обслуговування мережі автомобільних доріг. Формування стратегії обслуговування мережі автомобільних доріг істотно залежить від обсягів фінансування. Обмеженість фінансування дорожньої галузі України дозволяє сформулювати одну з головних вимог до моделі управління станом автомобільних доріг – модель повинна забезпечувати можливість оптимізації показників транспортно-експлуатаційного стану дорожньої мережі при обмеженнях по фінансових ресурсах.

ГІС використовують для розширення та покращення кожної з названих компонент PMS. Початком використання ГІС у PMS можна вважати 1990-і роки. На початку одним з додатків PMS був інструмент ГІС, що стосується використання інформації про просторові об'єкти – ГІС карти. Зі збільшенням інформації про стан автомобільних доріг перед дорожніми агентствами Канади і США постало питання про зберігання інформації і управління великим набором даних як атрибутивних так й просторових, а також можливість їх використання у задачах управління станом мережі автомобільних доріг. Тому більшість раніше розроблених PMS перейшли від традиційних систем вводу-виводу табличних даних до систем, що підтримують візуалізацію, – к PMS на основі ГІС або до системи, у якій ГІС використовується як платформа. Найбільше розповсюдження отримали PMS, у яких ГІС спроектована як платформа, на якій побудована та працює PMS. Така сучасна система означається як PMS / GIS [4, 8].

Моделі PMS / GIS

Системи PMS / GIS містять інформацію про результати інвентаризації і моніторингу автомобільної дороги, тип покриття, довжину та координатну прив'язку ділянок руйнувань, інформацію про стан покриття, історію будівництва та ремонтів, дані про обмеження швидкості, аварійність тощо [5]. Набори даних різних типів мають просторові координати та пов'язані між собою. Системи PMS / GIS широко використовуються у Канаді, США, Японії, Індії. В Японії реалізовано ГІС як інструмент PMS, що забезпечує просторовий аналіз та містить у собі візуалізацію обраної мережі доріг (рис. 3).

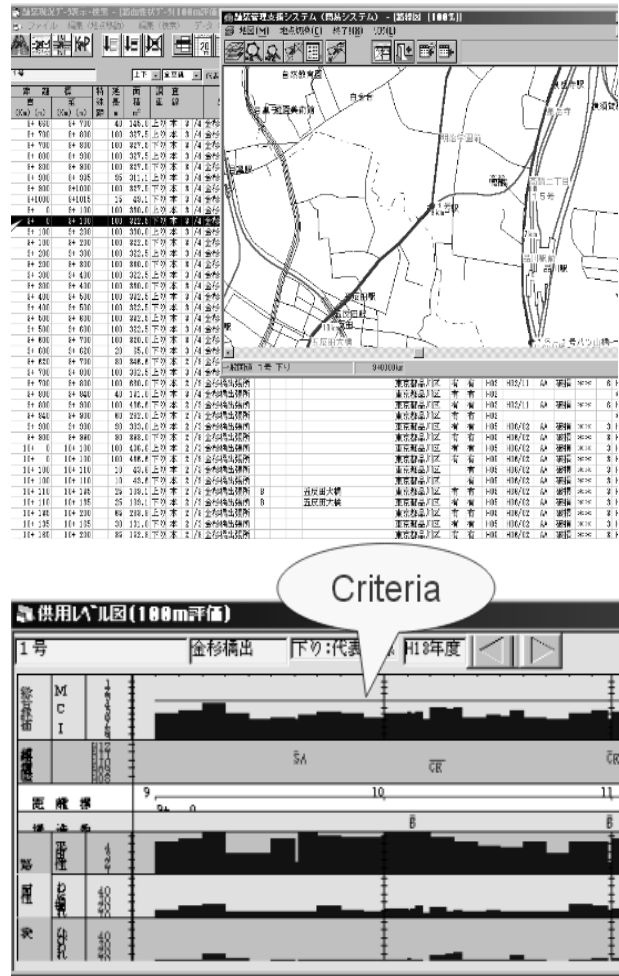


Рис. 3. Дані PMS / GIS Японії [11]

Атрибутивна інформація містить у собі: номер маршруту, геометричні параметри автомобільних доріг, тип покриття, коефіцієнт зчеплення, структурне число, кількісну оцінку руйнувань, інтенсивність та склад транспортного потоку, індекс контролю технічного обслуговування (MCI) [11], який близький за змістом до більш відомого індексу стану покриття (PCI – Pavement Condition Index).

У Департаменті транспорту Грузії система PMS / GIS була створена шляхом інтеграції ГІС у розвинену систему діагностики стану покриття [5] та використовується для ранжирування стану автомобільних доріг, візуалізації ділянок руйнувань покриття, отримання інформації для прийняття рішень щодо ремонту та експлуатаційного утримання мережі автомобільних доріг. Також ГІС використовується для вирішення задач розподілу фінансових ресурсів на ремонт та утримання мережі автомобільних доріг.

Незважаючи на окремі особливості систем PMS / GIS дорожніх агентств різних країн, вони мають близьку структуру та спільні елементи. Усі системи PMS / GIS мають [6]: блок інвентаризації (збору інформації про стан покриття); блок оцінки стану покриття; блок аналізу; блок прийняття рішень

щодо стратегій обслуговування та встановлення пріоритетів (рис. 4).

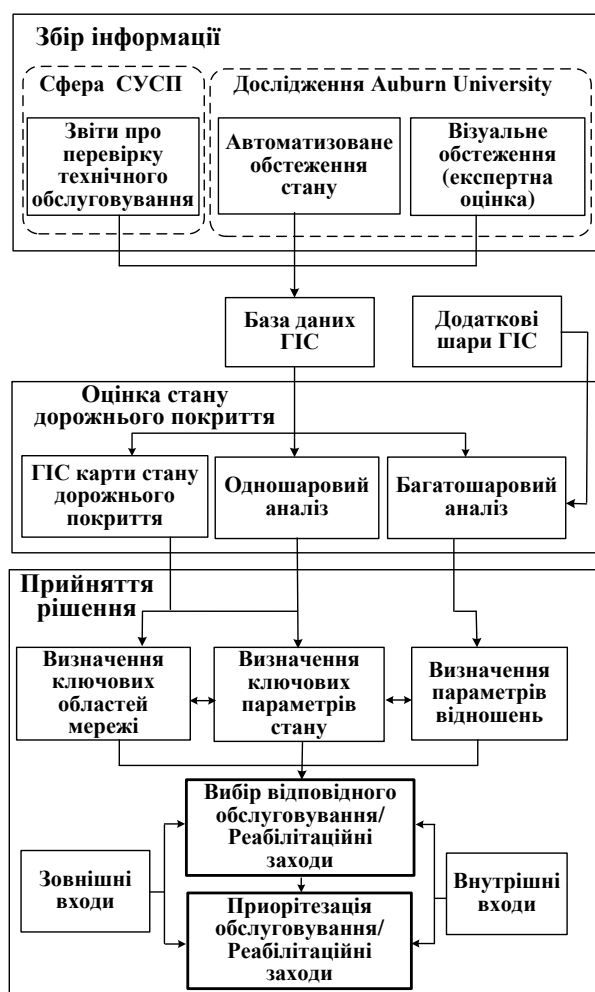


Рис. 4. Модель PMS / GIS [6]

За останні роки масштабне впровадження ГІС у PMS призвело до створення ГІС-інтегрованої інформаційної системи управління станом покриття (PMIS), яка задовольняє наступним вимогам:

- зручний інтерфейс, гнучкість;
- операції з базами даних та можливість інтеграції з різними базами даних, можливість складних запитань;
- графічне відображення даних PMIS; аналіз тенденцій даних;
- доступ через Інтернет;
- доступний формат даних.

Основними геоінформаційними платформами, що застосовуються у PMIS є:

- ArcGIS (розробник ESRI, США), що має розвинені засоби просторового аналізу, візуалізації результатів аналізу, дозволяє створювати системи з великим обсягом даних;
- MapINFO (розробник MapInfo Corporation – PitneyBowesSoftware, США), що дозволяє збирати, зберігати, відображати та редагувати картографічні дані з урахуванням просторових відношень об'єктів,

містить функції аналізу і обробки інформації, що має адресну або просторову прив'язку;

– Autodesk MapGuide (розробник Autodesk, США), що забезпечує доступ через Інтернет до інтерактивних карт, просторової інформації, креслень;

– PostGIS, QGIS, MapServer, OpenLayers (розробник Open Source Geospatial Foundation, США) є некомерційними програмними продуктами відкритого доступу, які отримали широке розповсюдження у Європі для створення інфраструктури просторових даних;

– IndorRoad (розробник «ІндорСофт», Росія) – геоінформаційна система автомобільних доріг, що призначена для паспортизації, управління експлуатацією та супроводження всього життєвого циклу автомобільних доріг.

Для вирішення задач PMIS, що стосуються вибору ремонтної стратегії на основі аналізу та прогнозування стану покриття автомобільних доріг, найбільш універсальними є ГІС, що побудовані з використанням платформи ArcGIS, або використовують програмне забезпечення PostGIS, QGIS, MapServer, OpenLayers. Це пояснюється широкими можливостями даних систем у частині аналізу, управління даними, геокодування, картографії, роботи з растровими зображеннями, автоматичної генерації схем мережевих об'єктів, представлення даних, що змінюються у часі і просторі, 3D візуалізації.

Методи збору даних у PMS / GIS

Ефективність використання PMS / GIS забезпечується повнотою просторових та атрибутивних даних, яка у свою чергу, визначається інформаційним забезпеченням ГІС – «сукупністю методів, засобів і процесів, спрямованих на збір, оцінку, систематизацію та класифікацію інформації для створення баз даних» [14]. Незважаючи на розвиток сучасних методів збору даних про стан покриття, інформаційне забезпечення ГІС є надзвичайно трудомістким. За даними [14] витрати на інформаційне забезпечення геоінформаційних проектів становлять від 70 % до 90 % від їх загальної вартості.

Збір просторових та атрибутивних даних про автомобільні дороги передбачає застосування широкого спектру методів: від традиційних геодезичних методів (оптико-електронні, наземне лазерне сканування, фотограмметричні методи з використанням наземних і аерофотознімків, телевізійного відео знімання, використання картографічного матеріалу) до сучасних технологій дистанційного зондування землі, застосування супутникових навігаційних систем глобального позиціонування (GPS), використання мережі

Інтернет, баз даних або архівів, отримання даних з інших ГІС тощо.

У [10] запропоновано систему збору даних для оцінки стану покриття з використанням мобільного ГІС-додатку SuperSurv, що розроблений для платформ Android и iOS. Інтегрування технологій ГІС, GPS, SuperSurv дозволяє збирати просторові дані та відображати карти з використанням мобільного телефону. Дані можуть бути збережені у форматах SHP, GEO, KML, що дозволяє конвертувати їх у формати ArcGIS.

Ефективним інструментом збору даних у PMIS є GPS-приймачі, що мають програмне забезпечення, яке створює вихідні файли координат у ASCII форматі, що підтримується ГІС. Це робить використання GPS приймачів ефективним для визначення точних координат (осі дороги, узбіччя, перехрестя тощо) під час інвентаризації, паспортизації, будівництва, реконструкції автомобільних доріг та передачі даних у ГІС [15].

Відносно новим методом отримання даних у системі управління станом покриття є LIDAR (аббревіатура переводиться як виявлення, ідентифікація й визначення дальності за допомогою світла) – технологія отримання та обробки даних дистанційного зондування за допомогою лазерних систем. LIDAR, інтегрований з бортовими GPS та інерціальними вимірювальними системами, встановлюється на літаку [3]. Лазерна система випромінює до 25000 світлових імпульсів у секунду й реєструє як час повернення кожного імпульсу, так і кут, під яким він відбивається. GPS фіксує місце розташування, а інерціальні вимірювальні системи вимірюють крен, кут нахилу й відхилення від курсу літака. Ця інформація використовується для корегування вимірюваної відстані для кожного імпульсу, що дозволяє розрахувати координати поверхні. Дані використовуються для створення цифрового профілю земляного полотна, вирішення завдань забезпеченості водовідводу [3].

Розвиток технологій та методів отримання даних за допомогою безпілотних літальних апаратів (БЛА) зробив можливим їх застосування у PMS. Використання БЛА для виконання аерофотознімання на невеликих за площею територіях спрощує процес отримання геопросторових даних. Так, ТОВ «Індор-центр» було виконано аерофотознімання автомобільної дороги за допомогою БЛА та проведений аналіз побудованої цифрової моделі автомобільної дороги, що дозволило довести придатність даної технології для вирішення задач оперативного моніторингу і аналізу на етапах проектування, будівництва та експлуатації автомобільних доріг [13]. Важливою сферою застосування даної технології у системі PMIS є оперативне визначення з геодезичною

точністю координат лінійних і точкових дефектів покриття розміром 2 см і більше, визначення площі руйнувань, глибини вибоїн, що надає можливості вирішувати задачі оцінювання динаміки руйнування покриття та прогнозування стану покриття [13].

У вітчизняних СУСП та зарубіжних PMS збір інформації про стан покриття проводиться також з використанням [4, 12, 15-17]: лабораторій щодо вимірювання рівності покриття; устаткування динамічного навантаження; приладів для вимірювання коефіцієнта зчеплення; прогиномірів; засобів відеодіагностики; методів і технічних засобів неруйнівного контролю, в тому числі підповерхневого зондування. Для застосування у PMIS, що інтегрована з ГІС, найбільш придатними є методи, що дозволяють отримувати дані про параметри, які характеризують стан покриття, у реальному масштабі часу, в цифровому вигляді з можливістю конвертації даних у формати ГІС.

Проблеми та шляхи розвитку інформаційних систем управління станом покриття

Традиційна СУСП, що використовується в Україні, доводить, що у цей час:

- відсутня документація по значній частині автомобільних доріг, які знаходяться в експлуатації: електронні паспорти автомобільних доріг, результати обстеження техніко-експлуатаційного стану, дані щодо інтенсивності та складу транспортного потоку, історія ремонтів, тощо;

- для зберігання й обробки наявних даних не використовуються програми, що дозволяють об'єднати результати обстежень, які проводилися у різний час, зберігати різномірні дані, створювати вибірку даних, здійснювати операції обробки даних та створення звітів;

- система не має достатньої гнучкості для коректування планів і графіків обслуговування з урахуванням умов, що змінюються, у тому числі обсягів фінансування.

Тому основною метою створення PMIS в Україні є інформаційне забезпечення прийняття рішень щодо управління станом покриття й вибору оптимальної стратегії обслуговування. При цьому PMIS слід розглядати як інструмент прийняття рішень.

Відзначимо також, що для використання ГІС-системи як платформи для PMIS і підвищення ефективності процесу управління станом покриття, вона повинна мати два класи інформаційних компонент: просторові дані (координатно-прив'язані дані осі дороги, брівки земляного полотна, крайки проїзної частини, будинків, споруд тощо) і пов'язані з ними атрибутивні дані, що містять якісні або кількісні значення характеристик просторового

об'єкта. Збір таких даних вимагає проведення широкомасштабних обстежень автомобільних доріг: оцінки площі деформацій і руйнувань покриття, міцності дорожнього одягу, коефіцієнта зчеплення; визначення параметрів конструкції дорожнього одягу; обліку інтенсивності руху та складу транспортного потоку; інвентаризації мостів, труб, засобів організації дорожнього руху; збору статистичних даних про аварійність; відновлення історії будівництва й ремонтів; збору даних про інфраструктуру й елементи інженерного облаштування автомобільної дороги. Очевидно, що проведення широкомасштабних обстежень вимагає як залучення нових технічних засобів неруйнівного контролю, які дозволяють одержувати інформацію у режимі реального часу (супутникові навігаційні системи – GPS, георадари – GPR, засоби відеодіагностики, дефлектометри – FWD, дистанційне зондування – RS, лазерне сканування – LIDAR, і т.д.), так і значних обсягів фінансування робіт з діагностики й оцінки стану покриття.

Крім того, лише частина перерахованих даних може бути представлена у цифровому форматі, дані можуть бути непослідовними й дублюючими один одного, більшість даних, як правило, не зв'язані один з одним з погляду формату й проєкції. Іншою проблемою є можливість одержання файлів даних з різних джерел, що використовують різні системи посилань і формати даних. У деяких випадках дані, що необхідні для аналізу, можуть взагалі не мати просторової прив'язки, що ускладнює або унеможлиблює їх застосування у PMS.

Основними кроками у подоланні зазначених труднощів на шляху створення в Україні PMIS є:

– встановлення етапів створення інформаційної системи, пріоритетних завдань етапів, найбільш значимих факторів, що впливають на прийняття рішень на кожному етапі побудови інформаційної системи;

– збір даних для найбільш значимих факторів;

– збір даних для обґрунтування пріоритетного рейтингу найбільш значимих факторів;

– розроблення методів інтелектуального аналізу даних для рішення завдань оцінки й прогнозування стану покриття;

– розроблення моделей і додатків, що реалізують сценарії стратегій обслуговування й прогнозування стану покриття, методів оптимізації розподілу ресурсів в умовах неповної інформації;

– розроблення моделі інформаційної системи управління станом покриття (PMIS) на платформі ГІС із використанням баз геоданих (наприклад, ArcSDE);

– оцінка ефективності впровадження PMIS, аналіз результатів, валідація (оцінка відповідності вимогам користувача).

Висновки

Впровадження інформаційної системи управління станом покриття, що поєднує можливості ГІС, сучасних засобів автоматизованого збору інформації, дозволяє приймати ефективні рішення, які спрямовані на забезпечення нормативного техніко-експлуатаційного стану покриття протягом терміну служби, та сприяє раціональному розподілу фінансових і матеріальних ресурсів. Основними напрямками робіт щодо створення власної PMIS можна вважати: розроблення методів інтелектуального аналізу різномірних даних; розроблення моделей та інформаційних додатків, що реалізують сценарії стратегій обслуговування й прогнозування стану покриття; обґрунтування геоінформаційної платформи інформаційної системи управління станом покриття.

Література

1. Про функціонування та розвиток інформаційного забезпечення дорожнього господарства : затверджено Наказом Укравтодору від 24.12.2015 р. № 362. [Електронний ресурс]. Режим доступу http://ukravidor.gov.ua/4489/normatyvnopravova_baza.htm
2. Emad Alfar (2016) GIS-Based Pavement Maintenance Management Model for Local Roads in the UK : Submitted in Partial Fulfilment of the Requirements of the Degree of Doctor of Philosophy : Geoinformatics. The University of Salford, 261.
3. Smadi, O. (2004) Pavement Management and Information Technology : Remote Sensing, GIS, and GPS : 6th International Conference on Managing Pavements. Brisbane, Australia. 19-24 October. Retrieved from: <https://trid.trb.org/view/771275> (accessed 20.01.2019).
4. Hussein Mohammed Ahmed Elhadi. (2009) GIS, a Tool for Pavement Management : Master's of Science Thesis in Geoinformatics : TRITA-GIT EX 09-02. School of Architecture and the Built Environment Royal Institute of Technology. Stockholm, 51.
5. David Michael Grass. (2007) Integration of GIS Into Pavement Management Systems for Low Volume County Roads : a Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Master of Science : Geographic Information Science and Technology. University of Auburn, 165.
6. Robert Grotefend. (2017) A Web GIS Application for Airport Pavement Management : a Thesis in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree Master of Science : Geographic Information Science and Technology, University of Southern California, 78.
7. Kmetz Robert, J. (2011) GIS Based Pavement Maintenance: A Systematic Approach College of Technology Directed Projects, 36. Retrieved from: <http://docs.lib.purdue.edu/techdirproj/36> (accessed 20.01.2019).
8. Nihat Morova, Serdal Terzi, Suleyman Gokova, Mustafa Karaşahin. (2016) Pavement Management Systems Application with Geographic Information System Method. *Journal of Natural and Applied Sciences*, 20, 1, 103-110.

9. Acquah, P. C., Fosu, C. (2017) Implementation of Geographic Information System Application in the Maintenance Management of Roads in Ghana: a Case Study of Roads in Kumasi Metropolis. *American Journal of Geographic Information System*, 6(3), 90-102.
10. Nor A. M. Nasir1, Khairul N. A. Maulud, Nur I.M. Yusoff. (2016) Geospatial Analysis of Road Distresses and the Relationship with the Slope Factor. *Journal of Engineering Science and Technology*, 11, 5, 655 – 665.
11. Kazuyuki Kubo (2017) Pavement Maintenance in Japan: Road Conference. International Symposium. Tokyo, Japan, 30 October. 2017 year. Retrieved from: https://www.road.or.jp/-international/pdf/32_AM6.pdf (accessed: 20.01.2019).
12. Timothy C. Rydholm, David R. Luhr. (2015) Visualizing Pavement Management Data at the Project Level : *9th International Conference on Managing Pavement Assets, Alexandria, 18-21 May. 2015 year*. Retrieved from: <http://hdl.handle.net/10919/56431> (accessed 20.01.2019).
13. Суконников, О.Г. Анализ применимости БПЛА при геодезическом контроле строящихся и эксплуатируемых автомобильных дорог [Текст] / О.Г. Суконников, А.А. Неретин, В.А. Гурьев // САПР и ГИС автомобильных дорог. - 2017. - № 2(9). - С. 44-48.
14. Зацерковний, В.І. Геоінформаційні системи і бази даних. [Текст] / В.І. Зацерковний, В.Г. Бурачек, О.О. Железняк, А.О. Терещенко. - Ніжин : НДУ ім. М. Гоголя, 2014. - 492 с.
15. Zahming Zang, Michael T. McNemey, Tomas W. Rioux, W. Roland Hudson. (1998) Review of Current Geographic Information Systems Technology for TXDOT Pavement Management Information Systems : Report № FHWA/TX-99/1747-1. Texas Department of Transportation, 78 .
16. Asma Thamir Ibraheem, Dua'a Abd Al-Razq Falih. (2012) *Applying Geographic Information System (GIS) for Maintenance Strategy Selection. Engineering*, 4, 44-54.
17. Subhi M. Bazlamit, Hesham S. Ahmad, Turki I. Al-Suleiman (Obaidat). (2017) Pavement Maintenance Applications using Geographic Information Systems. *Procedia Engineering*, 182, 83-90.
5. David Michael Grass. (2007) Integration of GIS Into Pavement Management Systems for Low Volume County Roads : a Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Master of Science : Geographic Information Science and Technology. University of Auburn, 165.
6. Robert Grotefend. (2017) A Web GIS Application for Airport Pavement Management : a Thesis in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree Master of Science : Geographic Information Science and Technology, University of Southern California, 78.
7. Kmetz Robert, J. (2011) GIS Based Pavement Maintenance: A Systematic Approach College of Technology Directed Projects, 36. Retrieved from: <http://docs.lib.purdue.edu/techdirproj/36> (accessed 20.01.2019).
8. Nihat Morova, Serdal Terzi, Suleyman Gokova, Mustafa Karaşahin. (2016) Pavement Management Systems Application with Geographic Information System Method. *Journal of Natural and Applied Sciences*, 20, 1, 103-110.
9. Acquah, P. C., Fosu, C. (2017) Implementation of Geographic Information System Application in the Maintenance Management of Roads in Ghana: a Case Study of Roads in Kumasi Metropolis. *American Journal of Geographic Information System*, 6(3), 90-102.
10. Nor A. M. Nasir1, Khairul N. A. Maulud, Nur I.M. Yusoff. (2016) Geospatial Analysis of Road Distresses and the Relationship with the Slope Factor. *Journal of Engineering Science and Technology*, 11, 5, 655 – 665.
11. Kazuyuki Kubo (2017) Pavement Maintenance in Japan: Road Conference. International Symposium. Tokyo, Japan, 30 October. 2017 year. Retrieved from: https://www.road.or.jp/-international/pdf/32_AM6.pdf (accessed: 20.01.2019).
12. Timothy C. Rydholm, David R. Luhr. (2015) Visualizing Pavement Management Data at the Project Level : *9th International Conference on Managing Pavement Assets, Alexandria, 18-21 May. 2015 year*. Retrieved from: <http://hdl.handle.net/10919/56431> (accessed 20.01.2019).
13. Sukonnikov, O.G., Neretin, A.A., Guryev, V.A (2017) Analysis of the applicability of UAVs for geodetic control of roads under construction and maintenance. *CAD and GIS highways*, 2(9), 44-48.
14. Zatserkovniy, V.I., Burachek, V.G., Zheleznyak, O.O., Tereshchenko, A.O. (2014) Geographic information systems and databases. Nizhyn, NDU im. M. Hoholya, 492.
15. Zahming Zang, Michael T. McNemey, Tomas W. Rioux, W. Roland Hudson. (1998) Review of Current Geographic Information Systems Technology for TXDOT Pavement Management Information Systems : Report № FHWA/TX-99/1747-1. Texas Department of Transportation, 78 .
16. Asma Thamir Ibraheem, Dua'a Abd Al-Razq Falih. (2012) *Applying Geographic Information System (GIS) for Maintenance Strategy Selection. Engineering*, 4, 44-54.
17. Subhi M. Bazlamit, Hesham S. Ahmad, Turki I. Al-Suleiman (Obaidat). (2017) Pavement Maintenance Applications using Geographic Information Systems. *Procedia Engineering*, 182, 83-90.

References

1. On the functioning and development of information support of the road sector: approved by the Order of Ukravtodor from 24.12.2015. № 362. Retrieved from: http://ukravtodor.gov.ua/4489/-normatyvnopravova_baza.html (accessed 20.01.2019)
2. Emad Alfar (2016) GIS-Based Pavement Maintenance Management Model for Local Roads in the UK : Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements of the Degree of Doctor of Philosophy : Geoinformatics. The University of Salford, 261.
3. Smadi, O. (2004) Pavement Management and Information Technology : Remote Sensing, GIS, and GPS : *6th International Conference on Managing Pavements. Brisbane, Australia. 19-24 October*. Retrieved from: <https://trid.trb.org/view/771275> (accessed 20.01.2019).
4. Hussein Mohammed Ahmed Elhadi. (2009) GIS, a Tool for Pavement Management : Master's of Science Thesis in Geoinformatics : TRITA-GIT EX 09-02. School of Architecture and the Built Environment Royal Institute of Technology. Stockholm, 51.

Рецензент: д-р техн. наук, проф. В.П. Кожушко, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Україна

Автор: БАТРАКОВА Анжеліка Геннадіївна
доктор технічних наук, доцент, завідувач кафедри
проектування доріг, геодезії і землеустрою
Харківський національний автомобільно-дорожній
університет
E-mail - rp@khadi.kharkov.ua
ID ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4067-4371>

Автор: ДОРОЖКО Євген Вікторович
кандидат технічних наук, доцент кафедри
проектування доріг, геодезії і землеустрою
Харківський національний автомобільно-дорожній
університет
E-mail - rp@khadi.kharkov.ua
ID ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6914-1221>

Автор: УРДЗІК Сергій Миколайович
асистент кафедри проектування доріг, геодезії і
землеустрою
Харківський національний автомобільно-дорожній
університет
E-mail - rp@khadi.kharkov.ua
ID ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2894-2131>

GEOINFORMATION SUPPORT FOR PAVEMENT'S STATE MANAGEMENT

A. Batrakova, S. Urdzik, Y. Dorozhko

Kharkov National Automobile and Highway University, Ukraine

GIS for highways & roads are able to solve such problems:

- *visualization and positioning of objects on electronic maps;*
- *planning the allocation of material resources;*
- *making information management decisions for the choice of pavement management strategy.*

This range of GIS capabilities, as well as the need to process large volumes of information, stimulates the integration of roads GIS and pavement management systems (PMS). The large-scale implementation of GIS in PMS led to the creation of a GIS - integrated information system for pavement managing (PMIS). The most widespread are PMIS, in which GIS is designed as a platform on which PMIS is built on and operates. For solving PMIS problems, the most versatile are GIS, which are built using the ArcGIS platform, or using PostGIS, QGIS, MapServer, OpenLayers software. This is due to the wide capabilities of these systems in terms of analysis, data management, geocoding, working with raster images, automatic generation of network object diagrams.

Despite the existence of a general regulatory framework, the complexity of creating PMIS in Ukraine is due to:

- *the lack of documentation on a significant part of the roads which are in operation;*
- *the lack of specialized software that allows one to combine the results of surveys conducted at different times and store heterogeneous data;*
- *insufficient equipment of road agencies with modern equipment for the certification and inventory of the road network.*

To create the conditions for the functioning of PMIS in Ukraine, it is necessary to:

- *conduct large-scale surveys of highways with the involvement of technical means that allow obtaining real-time data in digital form (satellite navigation systems, georadars, video diagnostics tools, deflectometers, remote sensing and laser scanning methods);*
- *development of data analysis methods and software for solving problems of estimating and predicting the condition of pavement;*
- *development of models and applications that implement scenarios of service strategies and predict the pavement state;*
- *development of a PMIS model on the GIS platform using geodatabases.*

Keywords: *pavement management system, geographic information systems, information support, spatial and attribute data, data collection methods.*