

Канін О.П., канд. техн. наук

ІНФОРМАЦІЙНО-АНАЛІТИЧНА СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ ДОРОЖНІМ ГОСПОДАРСТВОМ НА ОСНОВІ ВЕБ-ТЕХНОЛОГІЙ

Анотація. У статті оприлюднені відомості про Інформаційно-аналітичну систему управління дорожнім господарством (ІАСУ ДГ).

Об'єкт дослідження – програмне забезпечення інформаційно-аналітичної системи управління станом дорожніх одягів і мостів на автомобільних дорогах. Мета роботи - ознайомити науковців і практиків з призначення і особливостями використання ІАСУ ДГ, а також запропонувати перспективні напрями її розвитку.

Розглядається створена у 2012 р. в Національному транспортному університеті на замову Укравтодору Інформаційно-аналітична система управління дорожнім господарством (ІАСУ ДГ) з метою виконання п. 7 Плану заходів щодо реалізації Концепції реформування системи державного управління автомобільними дорогами загального користування.

ІАСУ ДГ є програмно-аналітичним комплексом, призначеним для накопичення, аналізу та відображення даних обстежень експлуатаційного стану дорожніх одягів і мостів на автомобільних дорогах і планування їх ремонтів. ІАСУ ДГ складається з трьох окремих програм, які використовують бази даних Системи управління станом покриття (СУСП), Аналітичної експертної системи управління мостами (АЕСУМ) і власну аналітичну базу даних, що формується шляхом імпорту даних з СУСП і АЕСУМ. ІАСУ ДГ реалізована на основі веб-технології, що не потребує від користувачів встановлювати для використання ІАСУ ДГ будь-якого спеціального програмного забезпечення. Це значно скорочує витрати на обслуговування системи і розширює коло користувачів.

Для удосконалення ІАСУ ДГ розроблені оптимізаційні моделі обґрунтування стратегій експлуатації дорожніх одягів та мостів, які базуються на застосування імітаційних моделей, методів еволюційного моделювання для пошуку оптимальних рішень, врахування ризиків при обґрунтуванні рішень.

Ключові слова: укравтодор, дорожнє господарство, автомобільні дороги, інформаційно-аналітична система, управління, веб-технології.

Аннотация. В статье опубликованы сведения об Информационно-аналитической системе управления дорожным хозяйством (ИАСУ ДГ).

Объект исследования - программное обеспечение информационно-аналитической системы управления состоянием дорожных одежд и мостов на автомобильных дорогах.

Цель работы - ознакомить ученых и практиков о назначении и особенностях использования ИАСУ ДГ, а также предложить перспективные направления ее развития.

Рассматривается созданная в 2012 г. в Национальном транспортном университете по заказу Укравтодора Информационно-аналитическая система управления дорожным хозяйством (ИАСУ ДГ) с целью выполнения п. 7 Плана мероприятий по реализации Концепции реформирования системы государственного управления автомобильными дорогами общего пользования.

ИАСУ ДГ является программно-аналитическим комплексом, предназначенным для накопления, анализа и отображения данных обследований эксплуатационного состояния дорожных одежд и мостов на автомобильных дорогах и планирование их ремонтов. ИАСУ ДГ состоит из трех отдельных программ, которые используют базы данных Системы управления состоянием покрытия (СУСП), аналитической экспертной системы управления мостами (АЕСУМ) и собственную аналитическую базу данных, которая формируется путем импорта данных СУСП и АЕСУМ. ИАСУ ДГ реализована на основе веб-технологии, не требует от пользователей устанавливать для использования системы какого-либо специального программного обеспечения. Это значительно сокращает расходы на обслуживание системы и расширяет круг пользователей.

Для усовершенствования ИАСУ ДГ разработаны оптимизационные модели обоснования стратегий эксплуатации дорожных одежд и мостов, которые базируются на применении имитационных моделей, методов эволюционного моделирования для поиска оптимальных решений, учета рисков при обосновании решений.

Ключевые слова: укравтодор, дорожное хозяйство, автомобильные дороги, информационно-аналитическая система, управление, веб-технологии.

Annotation. In the article published information about Information-analytical system of road management.

The object of study is software of information and analytical system of the state of pavements and bridges on the roads.

Purpose is to inform scientists and experts with the purposes and use of the features of IASRM and offer promising areas of development.

Considered established in 2012 at National transport university in order Ukravtodor Information-analytical system of road management (IASRM) to perform n. 7 Action Plan to implement the Concept of reform of public administration public roads.

IASRM is program-analytical system designed to collect, analyze and display data surveys performance of pavements and bridges on the roads and planning their repairs. IASRM consists of three separate programs that use database Pavement management systems, Analytical expert system bridge management (AESBM) and his own analytic database, which is formed by importing data from PMS and AESBM. IASRM is implemented based on Web technology that does not require users to install any special software. This significantly reduces the cost of system maintenance and extends the range of users.

To improve IASRM optimization models developed strategies maintenance pavements and bridges that are based on the use of simulation models, evolutionary modeling methods to find optimal solutions, taking into account the risks for substantiation decisions.

Keywords: ukravtodor, roads, information-analytical system, management, web technologies.

Постановка проблеми

Формування інформаційно-аналітичної системи управління дорожнім господарством (ІАСУ ДГ) є одним з пунктів Плану заходів щодо реалізації Концепції реформування системи державного управління автомобільними дорогами загального користування (п. 7) [1].

Створення ІАСУ ДГ являє собою складне науково-технічне завдання, яке ґрунтується на розробці теоретико-методологічних засад, моделей, методів і систем прогнозування експлуатаційного стану доріг, планування, організації, мотивації і контролю в управлінні дорожнім господарством на основі застосування сучасних інформаційних технологій. В процесі створення ІАСУ ДГ необхідно врахувати перевірені практикою існуючі програмно-аналітичні комплекси.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Історія розвитку систем управління станом доріг у світі становить вже майже півсторіччя [2, 3]. В Національному транспортному університеті на початку 2000-х років під керівництвом к.т.н. Кизими С.С. була створена Система управління станом покриття (СУСП) [4], а під керівництвом д.т.н. Лантуха-Ляценка А.І. - Аналітична експертна система управління мостами (АЕСУМ) [5]. Програмне забезпечення обох цих систем вперше було розроблене к.т.н. Каніним О.П.

З метою розв'язання нових задач, що висувались практикою, СУСП і АЕСУМ постійно розвивались та модифікувались завдяки зусиллям Боднар Л.П (АЕСУМ, ДП «ДерждорНДІ») та Рибіцького Л.Л. (СУСП, ДП «Укрдіпродор») при науковому і програмному супроводі Лантуха-Ляценка А.І., Кизими С.С., Каніна О.П.

На сьогодні база даних СУСП, на жаль, майже не наповнюється новими даними спостережень у необхідному об'ємі з-за недостатнього фінансування інструментальних обстежень дорожнього одягу. В той же час, АЕСУМ активно розвивається і зараз охоплює всі обласні служби автомобільних доріг.

З метою реалізації Плану заходів щодо реалізації Концепції реформування системи державного управління автомобільними дорогами загального користування Національним транспортним університетом на замовлення Укравтодору в 2011-2012 роках була виконана науково-дослідна робота на тему «Розробити інформаційно-аналітичну систему управління дорожнім господарством», по завершенні якої була створена ІАСУ ДГ [6, 7]. У кінці 2012 р. система була встановлена на сервері ДП «Укрдорзв'язок».

Мета статті - ознайомити науковців і практиків з призначенням і особливостями використання ІАСУ ДГ, а також запропонувати перспективні напрями її розвитку.

Виклад основного матеріалу

Інформаційно-аналітична система управління дорожнім господарством є надбудовою над уже багато років діючими програмами (СУСП та АЕСУМ), яка поширює їх функції і не вимагає заміни. Вона дозволяє виконати дві важливі задачі управління дорожнім господарством:

- оцінити поточний експлуатаційний стан дорожніх одягів автомобільних доріг і мостів та визначити потребу в їх ремонтах на найближчі роки і на віддалену перспективу;

- забезпечити оперативний доступ користувачів різних рівнів до централізованих баз даних в он-лайн режимі (через мережу інтернет).

Головною особливістю створеної ІАСУ ДГ є реалізація її програмного забезпечення на базі сучасних веб-технологій, яка не потребує встановлення на комп'ютери користувачів додаткового спеціального програмного забезпечення та наступного його обслуговування. Системою можуть скористатися всі, хто має доступ до інтернет і кому це дозволено. Он-лайн доступ до баз даних ІАСУ ДГ зменшує витрати на обслуговування системи і надає можливість включити в процес інформаційного обміну в даній предметній області велику кількість зацікавлених сторін (рис. 1).

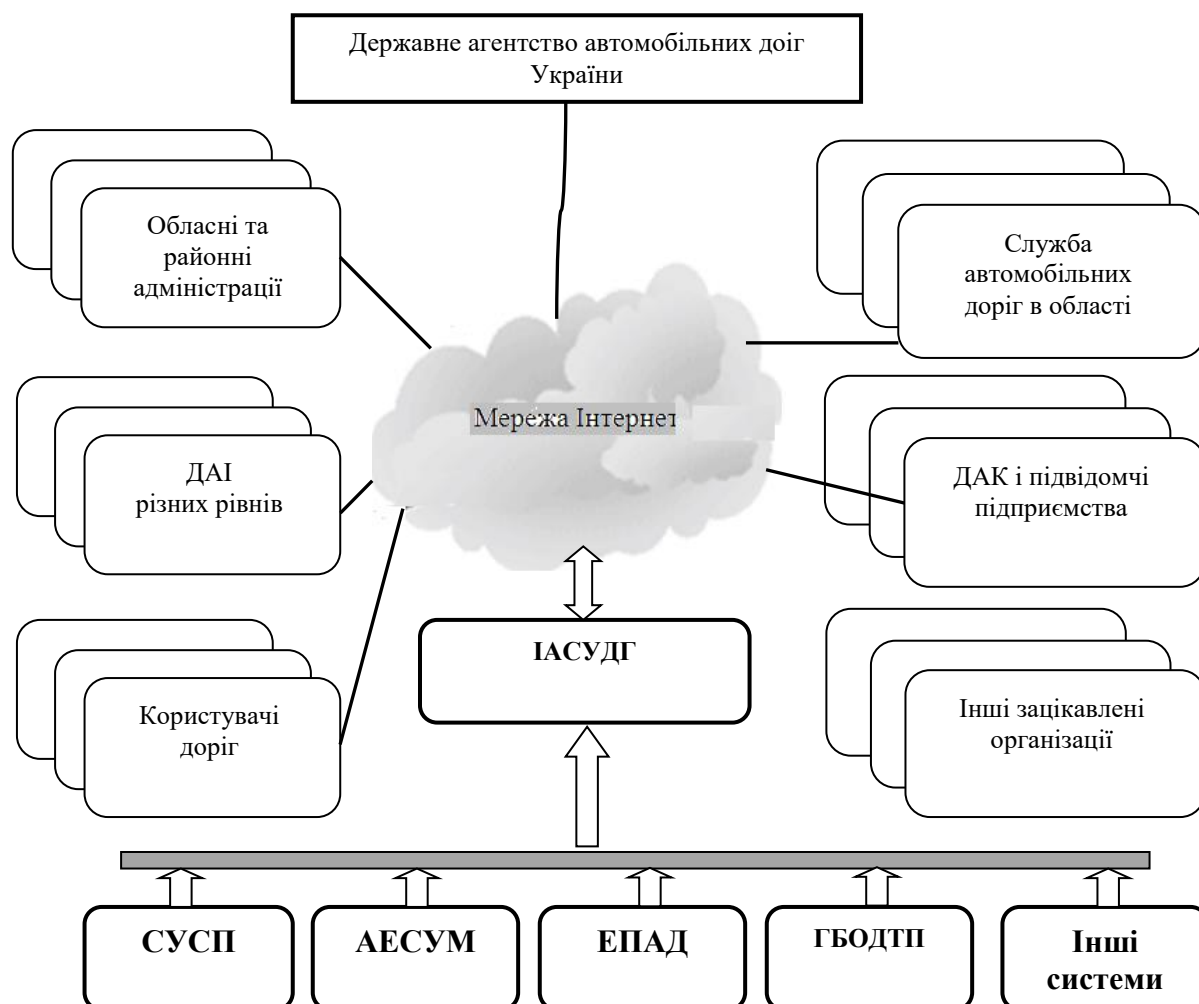


Рисунок 1 – Схема ІАСУ ДГ на рік створення

На рік розробки і впровадження ІАСУ ДГ були створені декілька джерел даних про стан доріг і мостів, до яких, в першу чергу, слід віднести:

- СУСП - Система управління станом покриття державних доріг;
- АЕСУМ - Аналітична експертна система управління мостами державних і місцевих доріг;
- ЕПАД - Електронний паспорт автомобільної дороги;
- ГБОДТП - Галузева база обліку ДТП;
- БОС - База оперативного стану доріг державного значення.

БОС замислювалась, свого часу, як єдина центральна база даних, яка повинна була містити дані про паспорти доріг, стан доріг і мостів, про стан і забезпечення безпеки руху, слугувати основою для впровадження геоінформаційної системи автомобільних доріг. Об'єднаними зусиллями розробників ЕПАД, СУСП, АЕСУМ наприкінці 2000-х років БОС була створена. Проте, в процесі розробки ІАСУ ДГ з'ясувалось, що БОС не містила в собі майже ніяких фактичних даних. На жаль, з певних причин, не був дозволений доступ до ГБОДТП. Тому розробники ІАСУ ДГ були змушені обмежитись включенням до ІАСУ ДГ баз даних СУСП і АЕСУМ, які вже довгий час використовувались в практичній діяльності Укравтодору.

ІАСУ ДГ містить три бази даних: дві транзакційні (такі, що дозволяють введення даних обстежень та їх редагування користувачами) бази даних СУСП і АЕСУМ, та знов створену базу аналітичних даних, яка є надбудовою над транзакційними базами даних і слугує для відображення аналітичних даних у веб-браузері, формування та друку звітів (рис. 2).

Програмне забезпечення ІАСУ ДГ складається з трьох незалежних модулів:

1) ІАСУ ДГ-СУСП, призначеного для введення і редагування даних інструментальних спостережень міцності дорожнього одягу, рівності і зчеплення покриття, різноманітних руйнувань дорожнього одягу та інших необхідних даних в режимі он-лайн.

2) ІАСУ ДГ-АЕСУМ, призначеного для введення і редагування даних паспортизації та обстежень мостів на автомобільних дорогах, включаючи дані про всі дефекти елементів мостів і експертні оцінки експлуатаційного стану, в режимі он-лайн.

3) ІАСУ ДГ-Аналітика, призначеного для формування аналітичних звітів з оцінки експлуатаційного стану дорожнього одягу і мостів, різноманітних звітів з планування ремонтів доріг і мостів.

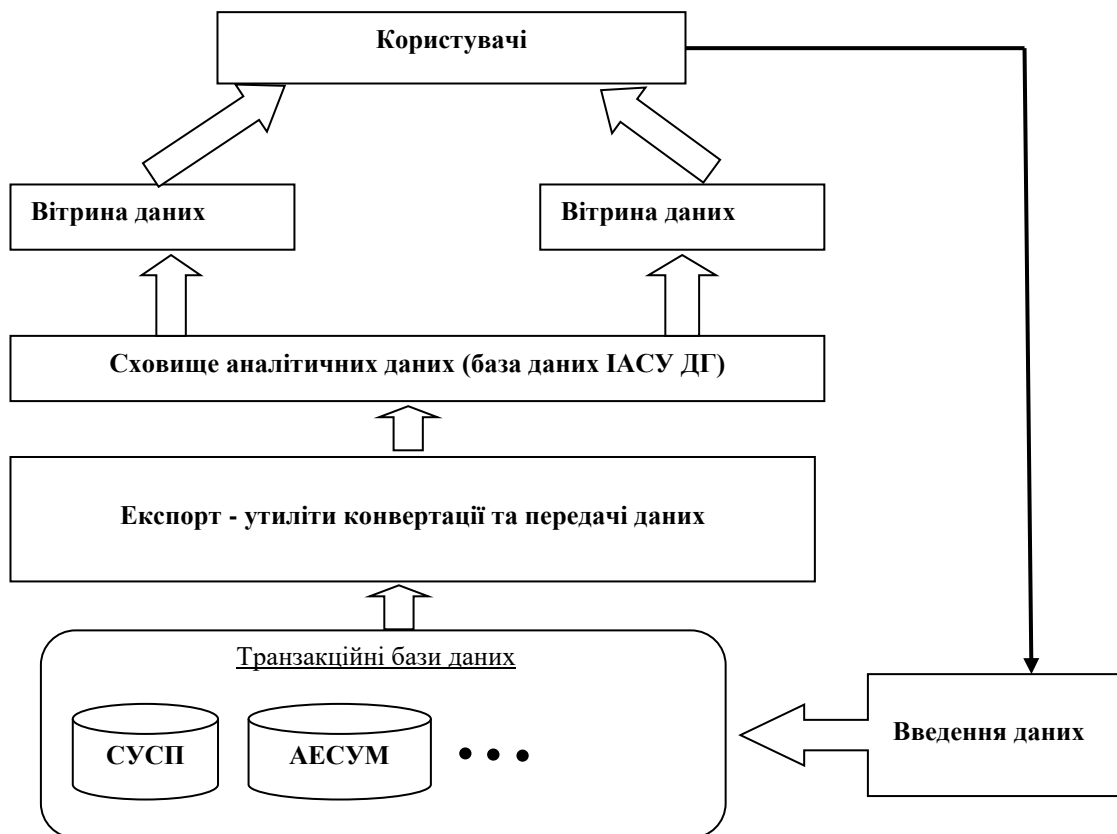


Рисунок 2 – Схема функціонування ІАСУ ДГ

Взаємодія користувачів з системою здійснюється в двох головних режимах. В першому режимі користувачі мають доступ до вибірок аналітичних даних, які спеціально підготовлені в рамках окремих програмних комплексів СУСП і АЕСУМ (та в інших, по мірі їх розробки та впровадження) і передані за допомогою спеціальних програмних засобів в аналітичну базу даних ІАСУ ДГ. Таблиці аналітичної бази даних ІАСУ ДГ мають мінімальні зв'язки між собою і містять в собі всі необхідні дані для практичного використання через мережу інтернет. Це дає змогу скоротити час і об'єми передачі даних. В другому режимі користувачі здійснюють введення даних безпосередньо в БД СУСП і АЕСУМ для їх поповнення та редагування з місць розташування користувачів через мережу інтернет.

СУСП і АЕСУМ мають різні структури зберігання даних по адміністративним одиницям і дорогам, тому було прийняте рішення не поєднувати їх в одній базі даних, а використовувати для аналізу стану доріг або

мостів окремо. З СУСП і АЕСУМ за допомогою SQL-запитів аналітичні дані імпортуються в аналітичну базу даних ІАСУ ДГ, де створюється або поновлюються таблиці даних експлуатаційного стану і потреби в ремонтах дорожніх одягів і мостів та необхідного для виконання ремонтів фінансування.

Програмний комплекс реалізовано з використанням ASP.NET 4.0 та мови програмування С#. В якості системи управління базами даних використовується Microsoft SQL Server різних версій (на теперішній час різних в СУСП і АЕСУМ).

Модуль ІАСУ ДГ-СУСП складається з 20 форм, модуль ІАСУ ДГ-АЕСУМ - з 17 форм, модуль ІАСУ ДГ-Аналітика включає 70 форм, в тому числі, 65 звітів. Звіти в ІАСУ ДГ-Аналітика аналогічні тим, що формуються в СУСП і АЕСУМ (рис. 3, 4). АЕСУМ містить дані про мости на дорогах державного і місцевого значення, а СУСП – тільки державного значення, до складу яких нещодавно були передані територіальні дороги, тому дані про міцність, рівність та зчеплення на територіальних дорогах в СУСП відсутні.

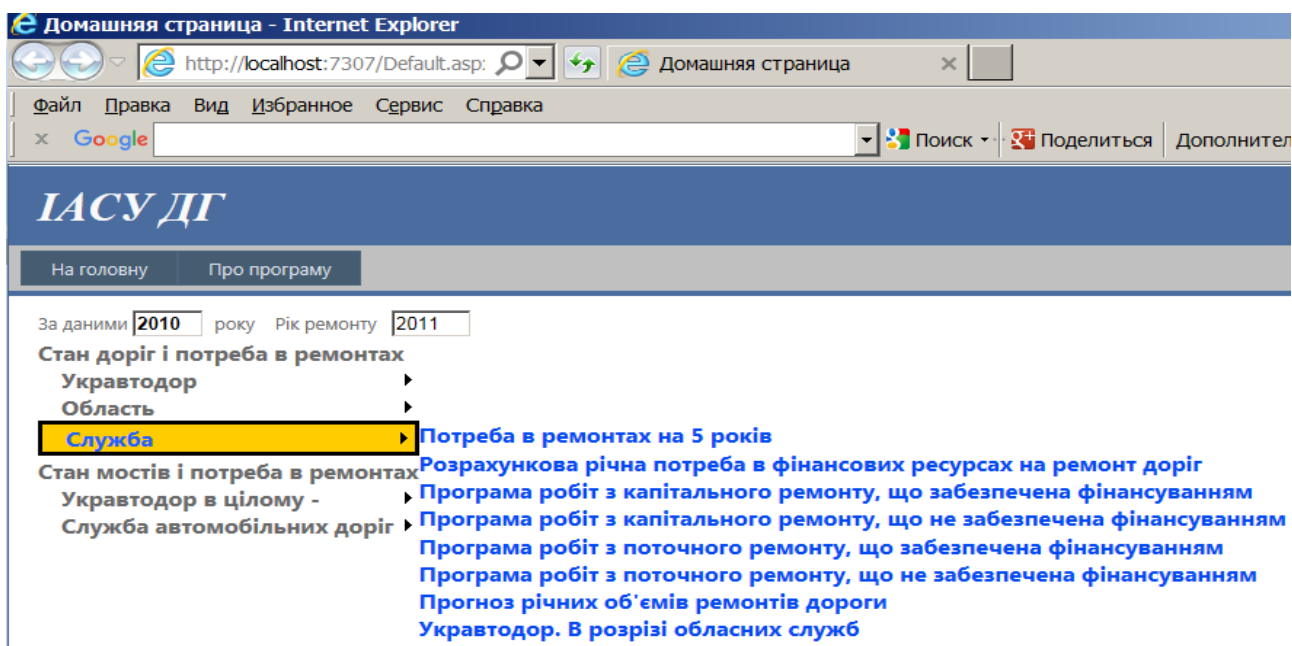


Рисунок 3 – Меню вибору звітів з планування ремонтів доріг

Звіти можуть бути надруковані у форматах Acrobat (*.pdf), Excel (*.xls), Word (*.doc). вони містять як табличні дані, так і діаграми та графіки різних видів. Приклади форм за даними 2010-2011 рр. наведені на рис. 5, 6, 7 і 8.

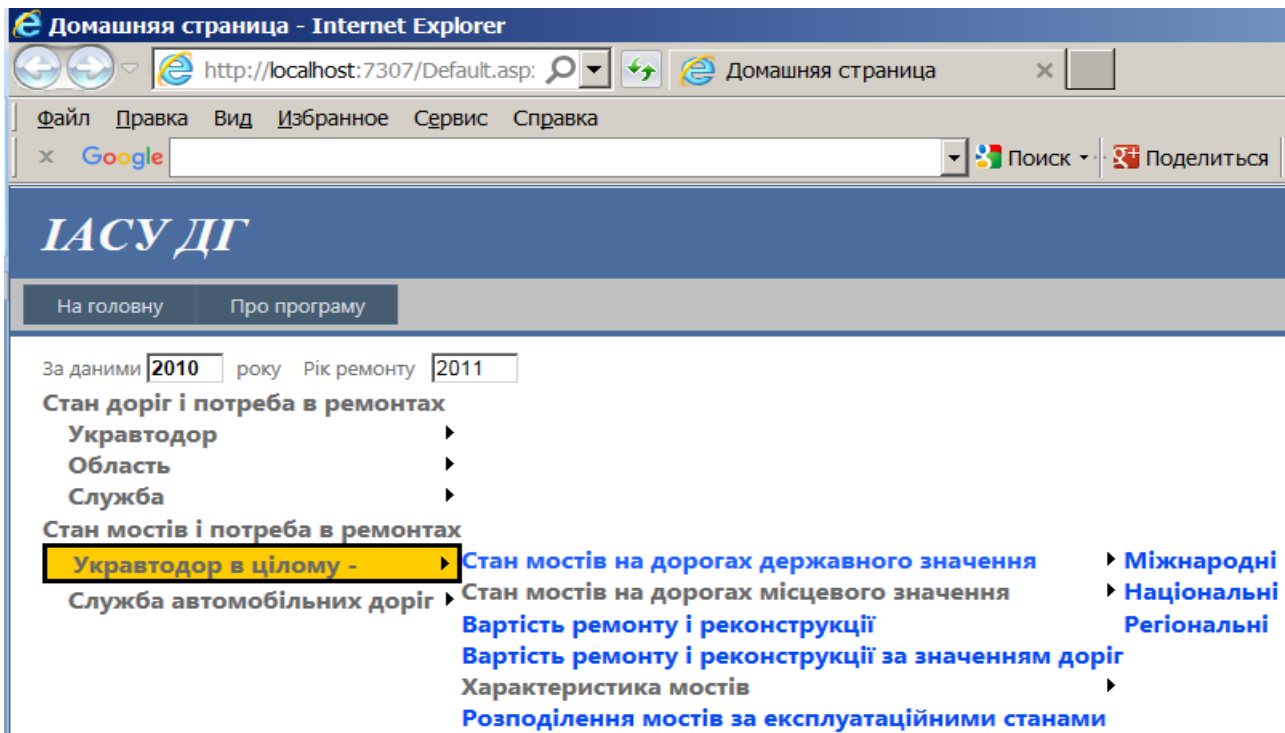


Рисунок 4 – Меню вибору звітів з оцінки експлуатаційного стану і планування ремонтів мостів

№	Область	Протяжність доріг, км	Капремонт, км	Вартість, тис. грн	П. рем. за рівністю, км	Вартість, тис. грн	П. рем. за зчепленням, км	Вартість, тис. грн
1	АР Крим	534,983	146,243	568840	214,000	62080	0,000	0
2	Вінницька область	452,976	140,083	348528	141,000	30277	0,000	0
3	Волинська область	342,151	79,822	224360	65,000	13754	0,000	0
4	Дніпропетровська область	601,372	294,750	1315825	147,000	50798	0,000	0
5	Донецька область	358,361	174,045	720203	113,000	27983	0,000	0
6	Житомирська область	633,296	176,823	726891	137,000	30628	0,000	0

Рисунок 5 – Звіт з потреби в ремонтах доріг по областям

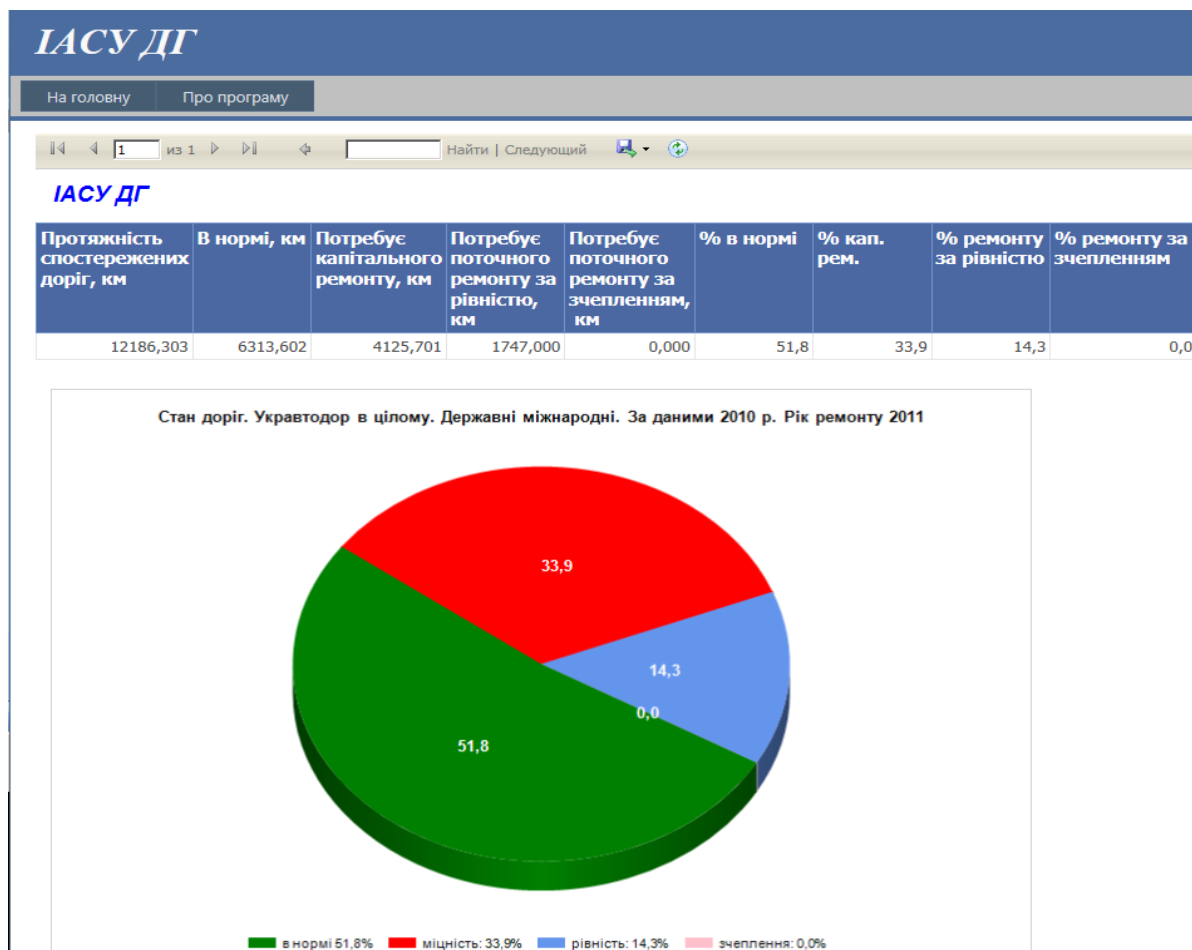


Рисунок 6 – Звіт про стан доріг на дорогах міжнародного значення

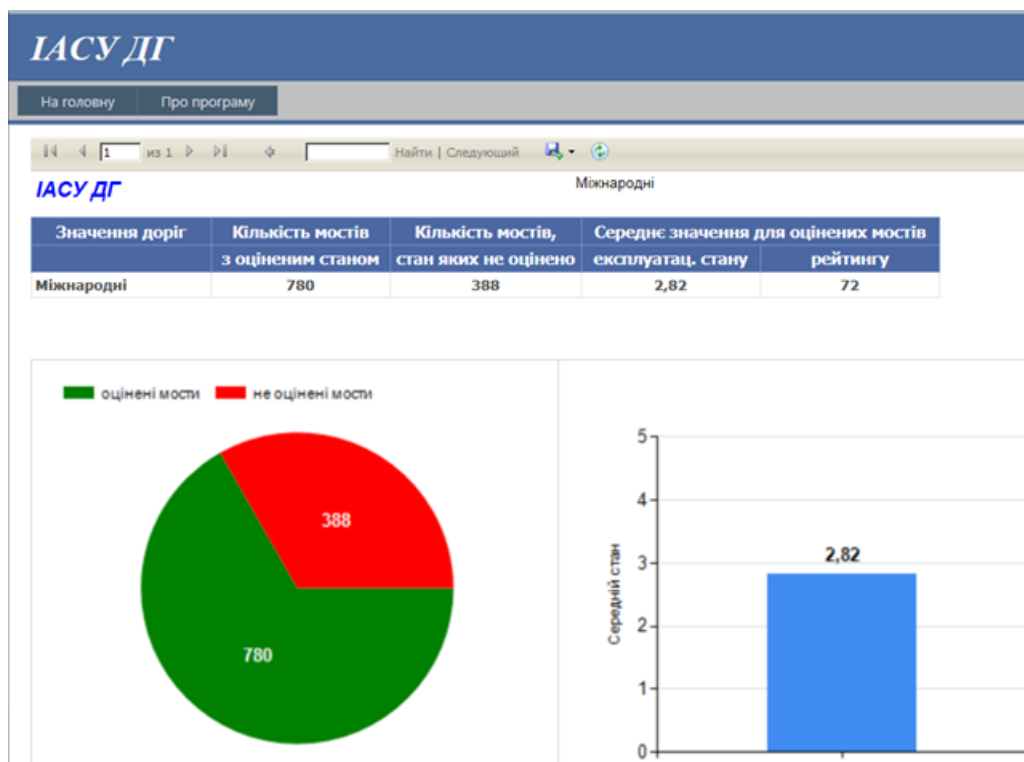


Рисунок 7 – Звіт про стан мостів на дорогах міжнародного значення

Індекс дороги	Секція км+		Витрати, тис. грн										Коефіцієнти ефективності витрат			
	Початок	Кінець	Стратегія 0		Стратегія 1		Стратегія 2		Стратегія 3		Стратегія 4		К1	К2	К3	К4
			Дорож.	Трансп.	Дорож.	Трансп.	Дорож.	Трансп.	Дорож.	Трансп.	Дорож.	Трансп.				
М - 12	342+000	343+000	4565,5	2643,0	5214,8	2423,8	4669,0	2505,9	5762,1	2180,7	4929,9	2654,5	0,19	0,18	0,24	0,16
М - 12	343+000	343+213	1145,4	2540,3	1159,9	2424,4	1173,9	2507,4	1318,5	2007,2	1163,1	2526,0	0,24	0,17	0,58	0,17
М - 12	343+000	344+000	5377,6	2645,9	5445,5	2424,4	5511,4	2507,4	6189,9	2007,2	5460,7	2526,0	0,18	0,17	0,26	0,18
М - 12	343+213	344+000	4232,2	2617,3	4285,6	2424,4	4337,5	2507,4	4871,5	2007,2	4297,6	2526,0	0,19	0,17	0,28	0,18

Рисунок 8 – Звіт про стратегії ремонтів вибраної ділянки доріг

Приймаючи до уваги розробку Географічно-інформаційна система (ГІС) як, на думку розробників, базової інформаційної системи дорожньої галузі, що містить єдину базу даних (ЄБД), комплекс робіт з інформаційного забезпечення дорожньої галузі, просторові координати, паспорти доріг, систему відображення стану мережі автомобільних доріг за допомогою ГІС, аналітична база ІАСУ ДГ може бути однією з її інформаційних складових. Слід зауважити, що ГІС не може бути єдиною базовою інформаційної системи дорожньої галузі, тому що існує багато задач управління дорожнім господарством, де не потрібні просторові координати.

На думку автора цієї статті, слід зберегти діючі програмно-аналітичні комплекси разом з досвідченими спеціалістами, які їх обслуговують. По-перше, застосування нової ЄБД, наприклад, для задач СУСП, АЕСУМ та інших програмно-аналітичних комплексів потребує значної модернізації програм. По-друге, досвідчені спеціалісти добре володіють даними відповідних програмних комплексів, що дає їм змогу швидкого контролю та експертизи даних. Найбільш перспективним шляхом є створення в діючих програмно-аналітичних комплексах засобів імпорту початкових даних з ЄБД до власних баз даних та експорту результатів розрахунків до ЄБД, як вимагається в проекті СОУ «Вимоги до геоінформаційної системи дорожньої галузі України» СОУ 42.1-37641918-063:201Х.

В останні роки увага розробників ІАСУ ДГ по її удосконаленню була направлена на розробку оптимізаційних моделей обґрунтування стратегій

експлуатації дорожніх одягів та мостів на базі застосування імітаційних моделей, методів еволюційного моделювання пошуку оптимальних рішень, врахування ризиків при обґрунтуванні рішень, які запропоновані у виконаних під керівництвом автора цієї статті дисертаційних роботах [8, 9, 10]. Розроблені в цьому напрямі комп'ютерні програми отримують потрібну для моделювання інформацію з баз даних ІАСУ ДГ і розміщуються в таблицях Excel для незалежного від бази даних використання.

Новим програмним комплексом, створеним в Національному транспортному університеті на замовлення Укравтодору в 2014 р. для виконання Плану заходів щодо реалізації Концепції реформування системи державного управління автомобільними дорогами загального користування (п. 8) [1] є Інформаційно-аналітична система управління станом автомобільних доріг на основі довгострокових контрактів з поточного дрібного ремонту та утримання доріг за показником рівня їх обслуговування, реалізована на базі веб-технологій.

В 2015 р. в Національному транспортному університеті на замовлення Укравтодору була створена і наповнена база даних рівнів обслуговування для доріг державного значення, яка містить більше 1600 вимог до рівнів обслуговування елементів доріг [11, 12, 13].

Висновки

Розроблений на замову Укравтодору програмний комплекс ІАСУ ДГ, який базується на веб-технології, дозволяє значно скоротити витрати на розв'язання задач оцінювання експлуатаційного стану доріг і мостів, планування їх ремонтів.

Перспективні наукові дослідження бажано направити на створення нових теоретико-методологічних засад оцінки та прогнозування стану доріг і мостів на основі удосконалених моделей деградації елементів доріг, оптимізації стратегій експлуатації доріг і мостів та створення сучасного програмно-інформаційного забезпечення цих задач.

Необхідно забезпечити дієвий науковий супровід існуючих програмно-аналітичних комплексів та розробки нових комплексів силами науковців провідних університетів та ДП «ДерждорНДІ».

Література

1. Деякі питання реформування системи державного управління автомобільними дорогами загального користування [Електронний документ] / Розпорядження Кабінету міністрів України від 31 березня 2015 р. № 432-р.. - Режим доступу: <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/432-2015-%D1%80>.
2. Development of an Integrated Highway Maintenance Management System: The Maryland Experience: [Електронний ресурс] / 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 р. – Режим доступу: <http://www.docstoc.com/docs/21911447/Development-of-an-Integrated-Highway-Maintenance-Management-System>.
3. HDM4 Overview: [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.rhd.gov.bd/Documents/HDM/Overview/HDM.pdf>.
4. Кизима С.С. Загальна характеристика української системи управління станом нежорстких дорожніх одягів [Текст] / С.С. Кизима, О.П. Канін, М.М. Лихоступ // Автомобільні дороги і дорожнє будівництво: Науково-технічний збірник, вип. 62. – Київ: НТУ, 2001. – С. 130-133.
5. Лантух-Лященко А.І. До розробки галузевої аналітичної експертної системи управління мостами [Текст] // Автомобільні дороги і дорожнє будівництво: Науково-технічний збірник, вип.69. – Київ: НТУ, 2004. – С.120-126.
6. Канін О.П. Інформаційно-аналітична система управління дорожнім господарством [Текст] / О.П. Канін, Н.М. Соколова, А.М. Харченко // Автомобільні дороги і дорожнє будівництво. Науково-технічний збірник, вип.84. - К.:НТУ, 2012. - С.133-139.
7. Канін О.П. Сутність та призначення інформаційно-аналітичної системи управління дорожнім господарством України [Текст] / О.П. Канін, А.М. Харченко // Управління проектами, системний аналіз і логістика: Науковий журнал. Вип. 9. - К.: НТУ, 2012. – С. 71-78.
8. Татусь В.В. Моделі зниження ризику в управлінні проектами автомобільних доріг [Текст]: дис. ... канд. техн. наук: 05.13.22 / Татусь Вадим Вікторович; Національний транспортний університет – К., 2015. – 183 с.

9. Шпиг А.Ю. Методи планування ремонтів автомобільних доріг за критерієм рівня обслуговування [Текст]: дис. ... канд. техн. наук: 05.22.11 / Шпиг Альона Юрїївна; Національний транспортний університет – К., 2015. – 170 с.
10. Ігнатюк В.В. Управління програмами ремонтів дорожнього одягу автомобільних доріг [Текст]: дис. ... канд. техн. наук: 05.13.22 / Ігнатюк Вікторія Василівна; Національний транспортний університет – К., 2015. – 162 с.
11. Соколова Н.М. Теоретичні аспекти довгострокових контрактів на основі кінцевих показників / Н.М. Соколова, О.П.Канін, А.М.Харченко // Управління проектами, системний аналіз і логістика : Науковий журнал. Вип. 11. – К.: НТУ, 2013. С. 130-139.
12. Харченко А.М. Система управління станом доріг за показником рівня обслуговування в довгострокових контрактах з поточного дрібного ремонту та утримання доріг. / А.М.Харченко, О.П.Канін, Н.М.Соколова // Управління проектами, системний аналіз і логістика : Науковий журнал. Вип. 12. – К.: НТУ – 2013. – С. 193-205.
13. Соколова Н.М. Моніторинг виконання довгострокових контрактів з утримання доріг. / Н.М.Соколова, О.П.Канін, А.М.Харченко // Вісник Національного транспортного університету. – К.: НТУ, 2013. – Вип. 28. – С. 434-442.

Рецензенти

Братчун В.І., д-р техн. наук, ДонНАБА (Краматорськ)

Нагайчук В.М., канд. техн. наук, ДП “ДерждорНДІ” (Київ)

Reviewers

Bratchun V.I., Dr.Tech.Sci., DonNACEA (Kramatorsk)

Nahaichuk V.M., Ph.D., DerzhdorNDI (Kyiv)