

даних у режимі реального часу, що дозволяє швидко виявляти проблеми та розробляти ефективні рішення. Цей підхід був успішно використаний у низці транспортних додатків, включаючи системи управління дорожнім рухом та складання розкладу руху громадського транспорту;

– інструменти візуалізації даних: можуть допомогти операторам транспортних інформаційних систем швидко визначити тенденції та закономірності у великих обсягах даних, що дозволяє їм виявляти потенційні проблеми, перш ніж вони стануть серйозними. Це може бути особливо корисним у ситуаціях, коли проблеми можуть бути викликані несподіваними змінами у схемах руху або іншими зовнішніми чинниками;

– тестування і валідація програмного забезпечення: має вирішальне значення для забезпечення надійності та безпеки транспортних інформаційних систем [3]. Для цього необхідно поєднання ручного тестування та автоматизованих засобів тестування, а також постійний моніторинг та аналіз продуктивності системи.

– відмовостійкість і резервування: передбачає розробку системи, яка буде стійка до збоїв апаратного або програмного забезпечення, а також забезпечення резервних систем та резервного копіювання даних, щоб гарантувати, що критично важлива інформація не буде втрачена у разі збою.

На основі аспектів наведених вище, можна стверджувати, що розширення кількості функціональних задач у інформаційних системах є складним завданням, реалізація якого дозволить значно підвищити оперативність, обґрунтованість та ефективність оперативно – керуючих рішень на транспорті.

### **Список використаних джерел**

- [1]. Zhang, H., & Hu, J. (2020). A comprehensive review of applications of big data and artificial intelligence in transportation systems. *IEEE Access*, 8, 210539-210560.
- [2]. Wang, H., Xu, L., & Zhang, X. (2019). Fault tolerance and redundancy design for transportation information systems. *Journal of Systems and Software*, 149, 163-174.
- [3]. Liu, S., & Mao, C. (2018). A software testing and validation framework for transportation information systems. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 86, 17-33.

## **СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ ДЛЯ АНАЛІЗУ РОБОЧОГО ПРОЦЕСУ БУДІВЕЛЬНОЇ МАШИНИ**

**Тетяна ПЛУГІНА<sup>1</sup>, Іван САСІН<sup>2</sup>**

*Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Харків, Україна,*

***ORCID 0000-0001-6724-6708, e-mail: plutan2016@ukr.net***

***Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Харків, Україна,  
e-mail: vanyagurov55@gmail.com***

Експлуатація сучасної будівельної машини характеризується підвищеною небезпекою та надзвичайністю ситуації [1]. В таких умовах актуальною стає задача аналізу та моніторингу параметрів робочого процесу, впровадження систем підтримки прийняття рішень. Відомі способи контролю та моніторингу робочих параметрів машин вимагають відповідного комплексу технічних та програмних, мехатронних засобів та відповідні геотехнології просторового керування [2].

Обробка та розподіл інформації про стан об'єкту моніторингу здійснюється комплексно, це дозволяє оперативно реагувати на мінливі умови експлуатації. Сукупність GPS-інтенсифікаторів та проміжних модулів контролю дозволяє здійснити електронну передачу керованих даних в блок управління і безперервно оновлювати дані про хід робочого процесу [3]. Аналіз робочих процесів будівельної машини проводиться для усунення протиріч між швидкістю роботи оператора, механічної підсистеми і швидкістю обробки інформації системою моніторингу [4]. Результати аналізу спрямовано для забезпечення швидкості й точності виконання робочих операцій.

Сучасні промислові технології дозволяють створити стійке середовище для обробки даних: алгоритми розпізнавання робочої обстановки в реальному часі; обробка даних зі скануючих сенсорних систем; навігація, самодіагностика; формування управляючих сигналів на мехатронні органи; доповнена реальність; відображення тактичних карт і взаємодія машини в складі групи.

Технологічні напрямки промислової навігації дозволяють проводити обробку та аналіз просторово-часових даних в режимі реального часу за допомогою хмарних обчислень та подавати геотехнічні дані у необхідному форматі. Об'єднання промислових технологій з методами обробки різнотипної інформації в навігаційних системах дозволить ефективно проводити у комплексі обробку та розподіл великих масивів даних в умовах невизначеності, а також дефіциту обчислювальних ресурсів [2].

Провідні машинобудівельні компанії впевнено впроваджують нову елементну базу в системи машинного контролю, інструменти, а також програмні та апаратні інновації (рис. 1).

Системи універсального машинного контролю використовують технологію шини CAN (Controller Area Network) для підключення всіх компонентів (рис.2.). CAN шина

дозволяє: скоротити кабельні шляхи між компонентами; забезпечити надійність і швидкість передачі даних у режимі реального часу; уникнути помилок, викликання падінням напруги; здійснювати декілька операцій завдяки мережевому зв'язку; розширювати систему за рахунок високої гнучкості; безперервність роботи при несправності частини мережі; захист від перешкод; зберігати резервні копії налаштувань і калібрування.

Так, система управління MC1200 компанії Leica Geosystems працює з різними гідравлічними підсистемами. Це дає можливість здійснювати керування та моніторинг робочих параметрів при збереженні гідравлічних компонентів дорожньої машини. Вирішується задача затримки реакції механічної підсистеми на управлінські рішення. Низька затримка гідроблока показує високу продуктивність і оперативність виконання робочих операцій по контуру зворотного зв'язку.

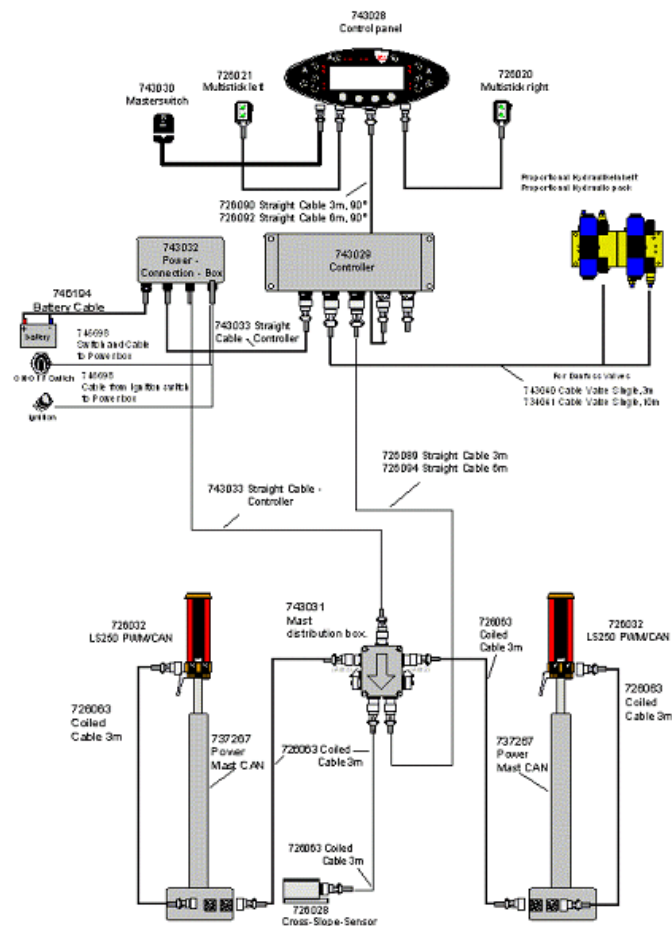


Рисунок 1 – Система контролю MC1200 компанії Leica Geosystems для бульдозерів

Сенсори, встановлені на виконавчих механізмах машини, контролюють робочі параметри. Система опитує відповідні сенсори за алгоритмами програм контурів керування. Це ідеально підходить для машин з різними швидкостями гідравлічного контуру, таких як бульдозери. Такі можливості дозволяють відкалібрувати контури для оптимальної продуктивності.

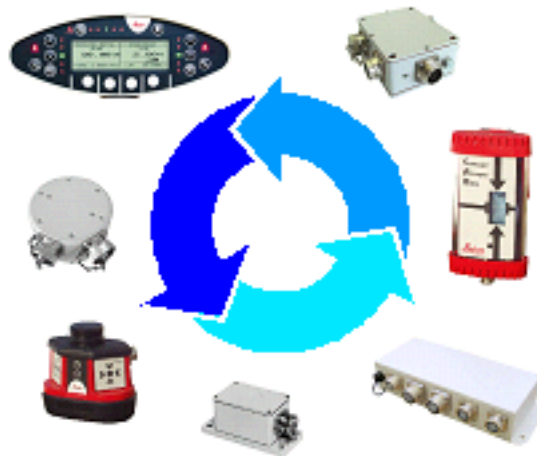


Рисунок 2 – Технологія шини CAN

Для прискорення процесу передачі даних та формування управлінських рішень використовують механізм хмарних геотехнологій. Механізм інтегрований в програмне забезпечення Leica Zeno Office, створене на основі ArcGIS [5].

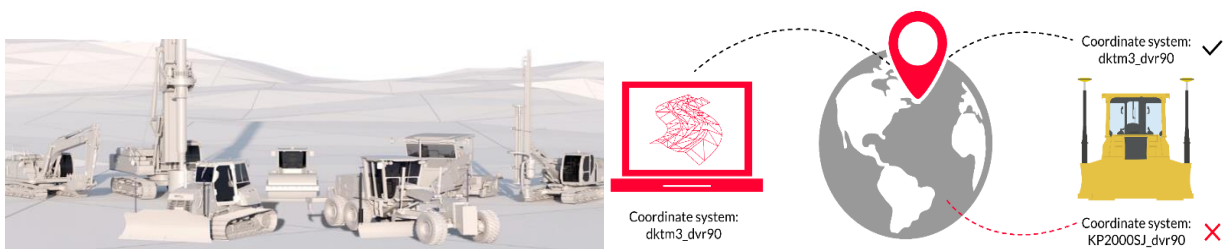


Рисунок 3 – Механізм хмарних геотехнологій

Використання хмарних технологій дозволяє оптимізувати процес створення локальної ГІС та реалізовувати два методи машинного керування та моніторингу: GNSS Base station (через Radio), SmartNet (через Internet).

Локальна ГІС оптимізує обробку сигналів керування з різними гідравлічними підсистемами. Хмарні технології разом з професійним ГІС-обладнанням спрощують процес збору і обробки географічних даних, а створення веб-карт доступним для всіх користувачів. Ця технологія викристалізувалася на досвіді багатьох компаній США і Європи, а тому реалізація на дорожньо-будівельних машинах в Україні – справа часу.

Метод комплексної обробки даних з урахуванням ступеню вкладу складової ресурсу (ймовірності виконання окремої робочої операції виконавчими механізмами) значно підвищить оперативність прийняття рішень при аналізі робочого процесу, але обробка різнотипних даних вимагає значних обчислювальних ресурсів при жорстких розрахункових обмеженнях. Це обумовлює пошук нових підходів з обробки різнотипної інформації.

### Список використаних джерел

- [1]. Kahmen H., G. Retscher. Precise 3-D Navigation of Construction Machine Platforms. in: Papers presented at the 2nd International Workshop on Mobile Mapping Technology, April 21-23, 1999, Bangkok, Thailand, pp. 5A.2.1-5A.2.5.
- [2]. Шишацький А. В. Розвиток інтегрованих систем зв'язку та передачі даних для потреб Збройних Сил. // Науково-технічний журнал “Озброєння та військова техніка”. 2015. № 1(5). С. 35 –40.
- [3]. Єфименко О. В. Задача позиціонування робочого органу БДМ із GPS-інтенсифікатором / Єфименко О. В., Пługіна Т. В. // Вісник Харківського національного автомобільно-дорожнього університету. Харків, 2021. – Вип. 92, т. 1. – С. 80–86. DOI: 10.30977/BUL.2219-5548.2021.92.1.80.
- [4]. S. Wang, Y. Zhong, E. Wang. An integrated GIS platform architecture for spatiotemporal big data. Future Generation Computer Systems. 2019. Vol. 94. pp. 160–172. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.future.2018.10.034>
- [5]. Leica-geosystems. URL: <https://leica-geosystems.com/ru/products/total-stations> (дата звернення 3.05.2023)