

- <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2018.03.005>
- [2] Cao B. et al. Intelligent operation of wheel loader based on electrohydraulic proportional control // Mathematical Problems in Engineering. 2020. Article ID 1730946, 11 p. <https://doi.org/10.1155/2020/1730946>.
- [3] Liu X. et al. Achievement of fuel savings in wheel loader by applying hydrodynamic mechanical power split transmissions // Energies. 2017. V. 10 (9). Article ID 1267, 20 p. <https://doi.org/10.3390/en10091267>
- [4] Worley M. D., LaSaponara V. Development of a Simplified Load-Cycle Model for Wheel Loader Design // ASME International Mechanical Engineering Congress and Exposition. 2006. V. 47675. P. 641-654. <https://doi.org/10.1115/IMECE2006-14891>

УДК 69.002.5

**АНАЛІЗ РИНКУ ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМ МОНІТОРИНГУ
БУДІВЕЛЬНИХ МАШИН**

Єфименко О.В., Веретко Я., Макєєв І.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Харків

В умовах твердої конкуренції в будівельній галузі України використання системи моніторингу та керування машинами надзвичайно вигідно у довгостроковій перспективі, оскільки ця система допомагає ефективно використовувати ресурси [1]. З іншої сторони існують фактори, що стримують розвиток систем машинного контролю. Наприклад, екскаватори, бульдозери й грейдери, оснащені сучасними системами керування є дорогими машинами. Таким чином, будівельним компаніям потрібен великий капітал для покупки або оренди БДМ, інтегрованого з технологіями моніторингу та керування. Технологія моніторингу забезпечує більш високу точність, допомагає прискорити завершення проектів і вимагає менших

витрат на технічне обслуговування, але високі первісні інвестиції є стримуючим чинником для розвитку цих систем.

До систем моніторингу відносять геоінформаційні навігаційні системи (супутникові навігаційні системи СНС) інтеграції різносторонньої інформації про технологічний об'єкт, що дають можливість побудувати динамічну модель робочого процесу [2].

Поглиблений конкурентний аналіз ключових гравців на ринку систем моніторингу і керування машинами дозволив указати тенденції розвитку основних систем (динаміка росту СНС в Азії на період 2016 - 2027 роки) (рис.1).

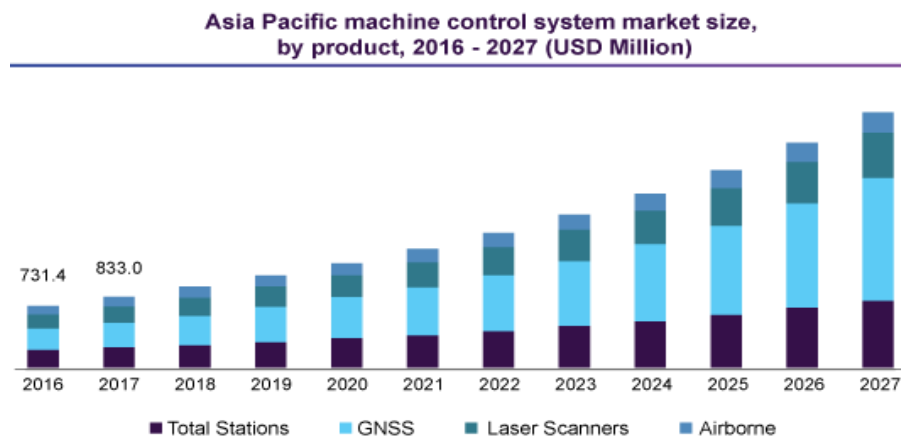


Рисунок 1 - Динаміка росту СНС в Азії

Динаміка росту роботизованих систем по регіонах (у мільярдах доларів США) представлено на рисунку 2.

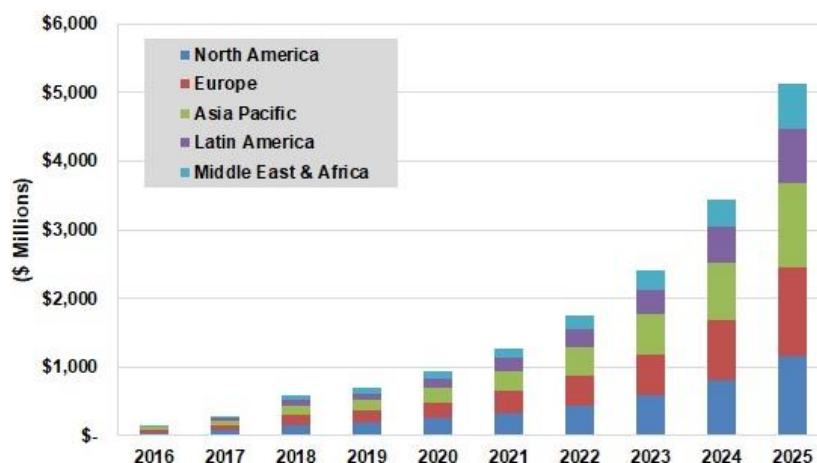


Рисунок 2 - Динаміка росту роботизованих систем по регіонах

Технології керування машинами відіграють важливу роль у моніторингу й керуванні будівельним устаткуванням для забезпечення оптимальної продуктивності, що приводить до більш швидких перевірок якості будівельних робіт.

Аналіз останніх досліджень і публікацій показав, що виникає суперечність між сучасним рівнем технічного забезпечення процесів обробки різнотипної геопросторової інформації та рівнем математичного, програмного та інформаційно-аналітичного забезпечення підтримки прийняття рішень.

Критерії, щодо вибору геоінформаційних систем моніторингу будівельних машин: повнота звітів про робочі параметри; сервісні функції при роботі з картами; інтеграція в спеціалізовані облікові програми і системи; поділ функцій за напрямками діяльності; ергономічність інтерфейсу; вартість; конфіденційність інформації; підтримка та оновлення програмного забезпечення [3]. Сучасні геоінформаційні системи моніторингу будівельних машин не дозволяють проводити якісну обробку великих масивів різнотипних даних, що мають чисельне та кількісне походження; мають велику обчислювальну складність; не враховують ступінь інформованості про стан об'єкту моніторингу; не дозволяють у комплексі проводити обробку та розподіл інформації.

Отже для моніторингу робіт необхідно обрати таку геоінформаційну систему, що здатна ефективно проводити у комплексі обробку та розподіл великих масивів даних в умовах невизначеності, а також дефіциту обчислювальних ресурсів.

Проблема на сьогоднішній день полягає в тому, що існуючі моделі вибору геоінформаційних систем, враховують в основному кількісні чіткі критерії, що робить вибір не завжди ефективним, тому що не дозволяють вирішувати завдання з урахуванням інтервальних оцінок критеріїв вибору. Тому для вирішення даного завдання пропонується використовувати математичний апарат в умовах інтервальної невизначеності. У практиці

прийняття рішень необхідно ввести оціночний коефіцієнт, що називається коефіцієнтом песимізму, який вибирається в інтервалі $[0, 1]$ і відображає проміжну ситуацію між точками зору крайнього оптимізму та крайнього песимізму.

Частковими критеріями оптимізації можуть бути:

- максимальна швидкість виконання σ -ї функції моніторингу геоінформаційними системами;
- мінімальні вимоги до характеристик технічних засобів;
- мінімальна вартість геоінформаційної системи.

Область припустимих рішень визначається обмеженнями: виконання всіх функцій моніторингу повинно бути забезпечене геоінформаційними системами; мінімальна швидкість виконання функції моніторингу повинна бути не нижче заданої; вимоги геоінформаційної системи до технічних характеристик апаратного засобу при виконанні функцій повинні не перевищувати заданих; вартість геоінформаційних систем повинна бути не більше заданої.

Після вибору геоінформаційної системи за запропонованою математичною моделлю, необхідно провести дослідження методів комплексної обробки геопросторових даних в умовах різнотипності даних та невизначеності про стан робочого процесу.

Інвестиції в системи моніторингу будівельних машин України обіцяють заощадити час робочого процесу та скоротити витрати, пов'язані з технічним обслуговуванням.

Література:

- [1] A. D. Ashkezari, N. Hosseinzadeh, A. C. M. Albadi. Development of an enterprise Geographic Information System (GIS) integrated with smart grid. Sustainable Energy, Grids and Networks. 2018. Vol. 14. pp. 25–34. <https://doi.org/10.1016/j.segan.2018.02.001>.

- [2] 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>
- [3] W.N.S.Wan-Mohamad, A.N. Abdul-Ghani. The Use of Geographic Information System (GIS) for Geotechnical Data Processing and Presentation. Procedia Engineering. 2011. Vol. 20. pp. 397–406. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2011.11.182>.

УДК 62-523

МОДЕЛЬ СИСТЕМИ ВИЗНАЧЕННЯ ПЕРЕШКОД РОБОТОМ З ВИКОРИСТАННЯМ ВІДЕОКАМЕР

Завадський А.В.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Харків

В епоху розвитку технологій використання роботів стають все актуальнішим, а світові пандемії тільки підштовхують роботизацію. Роботи не хворіють і здатні справлятися із завданнями, що не підсильні людині, наприклад, підіймати вантажі вагою понад 100 кг і переміщати їх на великі відстані. При використанні мобільних роботів однією з основних проблем є орієнтування робота в просторі для побудови безпечного та ефективного маршруту, обминаючи перешкоди. Для цього створюють спеціальні системи визначення перешкод із використанням систем машинного зору (СМЗ). З розвитком потужностей сучасних обчислювальних засобів, одним з найпоширеніших елементів СМЗ є відеокамери. СМЗ з на основі відеокамер є дуже потужним інструментом. За рахунок високої точності та можливості тонкого налаштування їх можна порівнювати з людським зором.

Головним СМЗ є виявлення та розпізнання об'єкта, а також визначення його координат. Це, так зване, завдання SLAM (Simultaneous Localization and Mapping) – метод одночасної локалізації та побудови карти. Відразу слід