

*О.М. Безвесільна, д.т.н., проф., І.Ю. Черепанська, д.т.н., доц.  
(Національний технічний університет України "Київський політехнічний ін-  
ститут імені Ігоря Сікорського", Україна)*

### **Автоматизована інтелектуальна гравіметрична система з елементами штучного інтелекту**

*Викладено алгоритм побудови та структуру розробленої авторами автоматизованої інтелектуальної гравіметричної системи (АГС), зокрема з елементами fuzzy logic, підвищеної точності і швидкодії, яка призначена для вимірювань прискорення сили тяжіння (або його аномалій) та пошуку корисних копалин на рухомій основі в жимі on-line. АГС побудована за модульним принципом, що обумовлює гнучкість та розширюваність її структури і змінюваність елементів. У АГС реалізовано автоматичну комп'ютерну обробку вимірювальної інформації з представленням отриманих результатів користувачу у зручній формі.*

Відомі різні за будовою, точністю, швидкодією автоматизовані гравіметричні системи (АГС) для дистанційного пошуку корисних копалин. Однак, ці АГС не використовують штучний інтелект та сучасні інформаційно-комп'ютерні технології і тому мають обмежені точність та швидкодію, не надають інформації у режимі реального часу. Результати відомих досліджень у галузі АГС [1-6] фрагментарні та декларативні. У відомій літературі відсутній алгоритм побудови АГС для пошуку корисних копалин. У зв'язку з цим розробка новітньої автоматизованої інтелектуальної гравіметричної системи (АГС) підвищеної точності і швидкодії, здатної працювати в жимі on-line є важливою та актуальною науково-технічною задачею, розв'язання якої забезпечить у значній мірі вирішення існуючої проблеми високоточного та швидкодійного вимірювання прискорення сили тяжіння (або його аномалій) та пошуку корисних копалин.

Схему запропонованої авторами АГС з елементами штучного інтелекту представлено на рис.1. АГС побудована за модульним принципом, як сукупність певних технічних засобів з неоднорідними властивостями, розподілених по рівням.

Для кожної точки на Землі існує теоретичне значення ПСТ  $g_\varphi$ :

$$g_\varphi = g_0 \left( 1 + 0,0053024 \sin^2 \varphi - 0,0000059 \sin^2 2\varphi \right), \quad (1)$$

де  $g_\varphi$  – ПСТ для певної географічної широти;  $g_0$  – ПСТ на екваторі;  $\varphi$  – географічна широта.

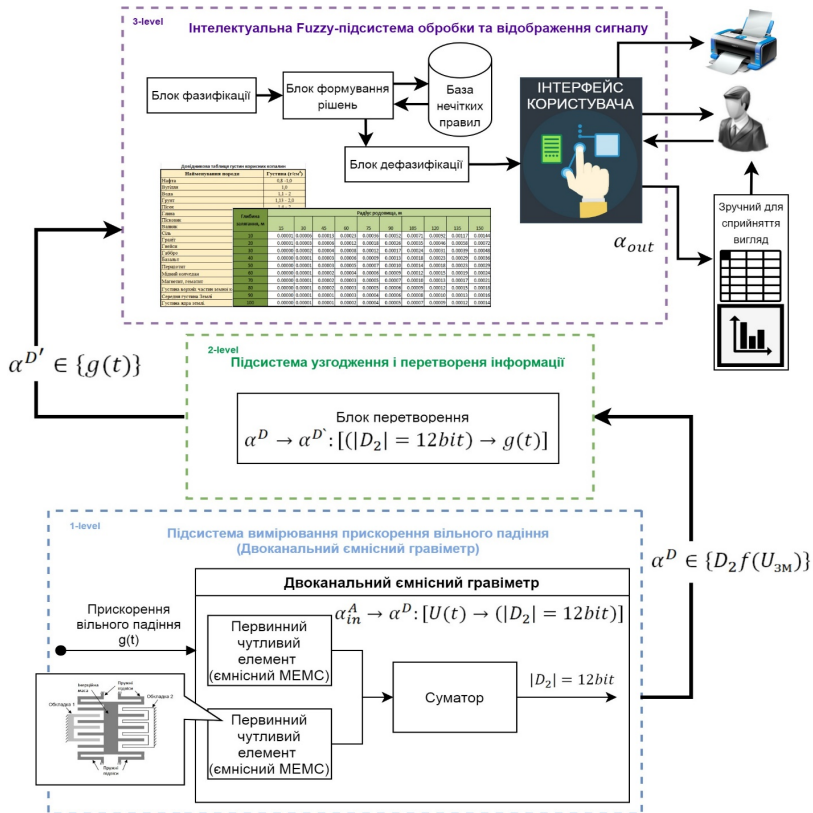


Рис. 1. Схема АІГС

У момент реального часу АІГС перетворює вхідний сигнал у різницю між реальним і теоретичним значенням  $\Delta g$ . Саме ця різниця, так звана аномалія Буге, є показником наявності у земних надрах корисних копалин. Залегання на певній глибині копалин відомої густини викликає гравітаційні аномалії, які і реєструє гравіметр АІГС.

Детальніше дані щодо конструкції, основних похибок ємнісного МЕМС гравіметра, що є складовою АІГС, та методів їх зменшення, уточненого алгоритму отримання інформації щодо ПСТ або його аномалій містяться у роботах [7, 8].

Таким чином, за даними, отриманими шляхом використання запропонованої АІГС з елементами штучного інтелекту, можна визначати наявні корисні копалини з більшими точністю та швидкістю у режимі реального часу.

## Список літератури

1. Безвесільна О. М. Автоматизована гравіметрична система для вимірювання аномалій прискорення сили тяжіння на базі МЕМС-гравіметра / О.М. Безвесільна, А.О. Просюк // Тези І Всеукраїнської науково-технічної конференції «Комп'ютерні технології: інновації, проблеми, рішення». – 2015. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://eztuir.ztu.edu.ua/123456789/358> (Дата звернення 01.11.2021).
2. Безвесільна О. М. Апаратно-програмний комплекс для експериментального дослідження ємнісного гравіметра [Текст] / О. М. Безвесільна, К. С. Козько // Вісник інженерної академії України. – 2013. – №2. – с.15-17.
3. Тювин А.В. Особенности использования функционально-избыточных блоков акселерометров в бесплатформенных навигационногравиметрических комплексах/ Тювин А.В., Афонин А.А., Сулаков А.С.// Труды МАИ. Выпуск № 91, – 2016. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://trudymai.ru/upload/iblock/60d/tyuvin\\_afonin\\_sulakov\\_rus.pdf?lang=ru&issue=91](http://trudymai.ru/upload/iblock/60d/tyuvin_afonin_sulakov_rus.pdf?lang=ru&issue=91)
4. Бусыгин Б.С. Специализированная геоинформационная система Рапид: структура, технологии, задачи / Бусыгин Б.С., Никулин С.Л.// Геоинформация – 2016 – №1 – с.22-36 – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.karbon-service.com.ua/wp-content/uploads/2015/01/2-1-2016.pdf>
5. Балк П.И. Обратные задачи гравиразведки как проблема принятия решения в условиях неопределенности и риска / П. И. Балк, А. С. Долгаль // Физика Земли – 2017 – №2 – с.45-61 – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.psu.ru/files/docs/personalnye-stranitsy-prepodavatelej/dogal/FZE0045.pdf>
6. Johanna Torppa. Unsupervised clustering and empirical fuzzy memberships for mineral prospectivity modelling/ Johanna Torppa, Vesa Nykänen, Ferenc Molnár // Ore Geology Reviews – 2019 – №107 – с.58-71 – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169136818305195>.
7. Bezvesilna O. Two-channel MEMS gravimeter of the automated aircraft gravimetric system /O. Bezvesilna, A.Tkachuk, T. Khylichenko, M.Kachniarz, I.Korobiichuk // Advances in Intelligent Systems and Computing. – 2017. – №543. – P.481-487. [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-48923-0\\_51](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-48923-0_51).
8. Bezvesilna O. Simulation of influence of perturbation parameters on the new dual-channel capacitive mems gravimeter performance /O. Bezvesilna, ,A.Tkachuk,T. Khylichenko, L.Chepyuk, S. Nechai // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies . – 2016. – №6/7 (84). – pp.50-57. <http://journals.uran.ua/ejet/article/view/85463>