

О.М. Безвесільна, д.т.н, проф.
Національний технічний університет України "КПІ"
А.А. Остапчук, к.т.н., доц.
Житомирський державний технологічний університет

БАЛІСТИЧНИЙ ГРАВІМЕТР З ДВОВИМІРНИМ ВІДЕОЗОБРАЖЕННЯМ

Актуальність теми. Вимірювання абсолютного значення g з високою точністю необхідне для вирішення широкого спектру наукових задач: визначення форми Землі, побудови моделей руху глибинних мас, оцінки пружних деформацій поверхні планети, передбачення землетрусів, винаходження глибинних щільнісних неоднорідностей, пошуку покладів корисних копалин та інш. Для визначення g призначені гравіметри. Серед них найбільш відомими для наземних вимірювань є балістичні лазерні гравіметри (БЛГ).

Видатний вклад у розвиток методів та засобів гравіметричних вимірювань внесли наукові школи, сформовані в Інституті геофізики під керівництвом академіка НАНУ Старостенка В.І. (м. Київ), в ННЦ "Інститут метрології" під керівництвом к.т.н. Сидоренка Г.С. та в НТУУ "КПІ" на приладобудівному факультеті під керівництвом д.т.н., проф. Безвесільної О.М.

Сучасні дослідження в області розробки гравіметричної апаратури зосереджені у двох основних напрямках: перший – підвищення точності вимірювань g балістичними гравіметрами шляхом усунення впливу сейсмічних коливань на процес вимірювання, другий – побудова ефективних автоматизованих систем процесу гравіметричних вимірювань.

Найбільш відомими у галузі гравіметричних вимірювань є роботи видатних вчених СНД Попова Є.І. в Інституті фізики Землі РАН із сильно демпфюваними гравіметрами ГАЛ-С, Багрянца В.О, а раніше – Лозинської А.М. у ВНДІ Геофізики з комплектом апаратури на базі струнних гравіметрів ГС, Полякова Л.Г. у Московському науково-дослідному інституті електромеханіки й автоматики та закордонних вчених Л. Ла-Коста, Д. Гаррисона, А. Графа, Ю. Престона-Томоди, М. Гальвані, Кука, Тейта, Фаллера та інших. З аналізу літератури видно, що найбільш відомі сучасні наземні гравіметри мають недостатні точність (1 мкГл) та швидкодію (обробка результатів протягом місяців).

Найбільш точними з відомих є наземні балістичні лазерні гравіметри (0,5 мкГл). Однак, вони не автоматизовані, мають низьку швидкодію. Для сучасного використання такі низькі точність та швидкодія неприпустимі.

Тому дослідження можливості підвищення точності та швидкодії БЛГ шляхом застосування цифрового двовимірного відеозображення (рис.1) є актуальною задачею.

Мета: підвищення точності та швидкодії вимірювань прискорення сили тяжіння (ПСТ) шляхом використання нового балістичного гравіметра з системою двовимірного відеозображення.

Основні задачі:

- викласти принцип дії та надати опис конструкції нового БЛГ;
- скласти математичну модель нового БЛГ;
- дослідити основні похибки БЛГ та запропонувати засоби їх зменшення;
- провести математичне моделювання на ЕОМ основних найбільш небезпечних резонансних режимів БЛГ, провести їх аналіз;
- розробити та дослідити функціональну схему комп'ютеризованої системи БЛГ з двовимірним відеозображенням;
- підвищити точність виставки у просторі вісі чутливості БЛГ;
- провести експериментальні дослідження БЛГ.

Об'єкт дослідження: процес вимірювання прискорення сили тяжіння шляхом використання балістичного гравіметра з автоматизованою системою двовимірного відеозображення.

Предмет дослідження: новий балістичний гравіметр (рис.1) з автоматизованою системою двовимірного відеозображення.

Схему лабораторної установки для вимірювання PST представлено на рис. 2.

Перед початком вимірювань пробне тіло 1 закріплюється в електромагніті 10. З першого виходу цифрової ЕОМ 9 на вхід електромагніту 10 надходить сигнал, по якому електромагніт відпускає пробне тіло 1. Воно починає рухатися вниз по прозорій трубці 2 на нерухомій основі під дією PST. Оскільки пробне тіло 1 виконано у формі шару з магнітними властивостями, то при його проходженні повз котушки 4, 5, 6 у них наводиться ЕРС. З виходів котушок 4, 5, 6 на перший вхід цифрової ЕОМ надходить електричний сигнал, що складається з трьох імпульсів напруги, кожен з яких обумовлений виникненням ЕРС у котушках 4, 5, 6.

Часові затримки $\hat{t}_1, \hat{t}_2, \hat{t}_3$ кожного з імпульсів відносно моменту початку руху пробного тіла 1 пропорційні абсолютному значенню ПСТ g та відстаням x_1, x_2, x_3 від електромагніту 10 до котушок 4, 5, 6.

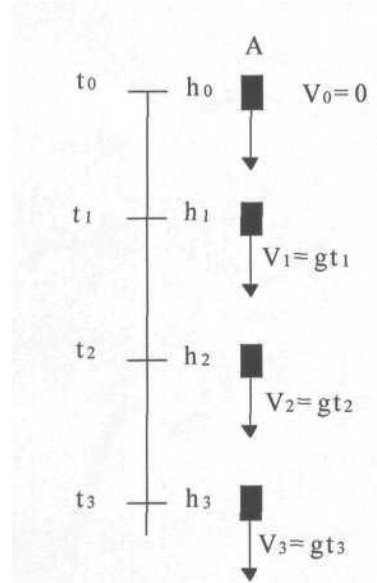


Рис. 1. Лабораторна установка балістичного лазерного гравіметра для експериментальних досліджень ПСТ

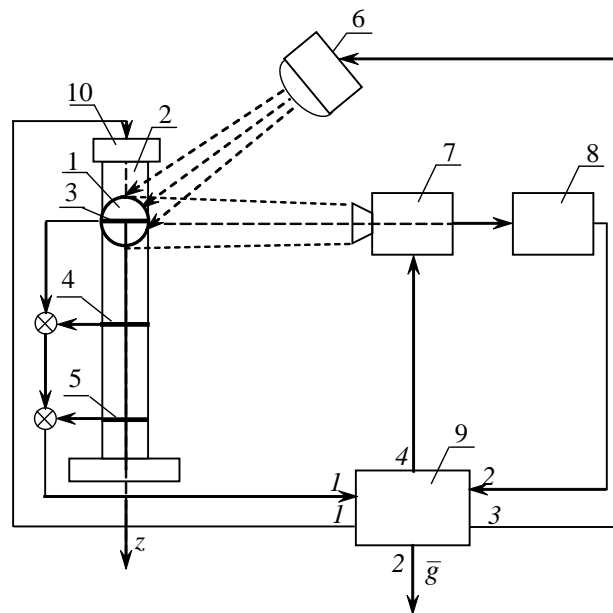


Рис. 2. Схема установки для вимірювання ПСТ
 1 - пробне тіло; 2 - пластикова трубка на нерухомій основі; 3, 4, 5 - котушки індуктивності; 6 - джерело імпульсного освітлення; 7 - відеокамера; 8 - блок апроксимації траєкторії руху пробного тіла; 9 - цифрова електронна обчислювальна машина (ЕОМ); 10 – електромагніт