

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

### ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ ДВОГРОСКОПНОГО ГРАВИМЕТРА НА ВІБРОСТЕНДІ

Установка (рис. 1) включає електродинамічний вібростенд "ВЭДС – 10А", прилад типу ГІЛП "423М", аналогово-цифровий перетворювач (АЦП) "АЦП ЦАП 16/16 "SigmaUSB"", персональний комп'ютер (ПК).

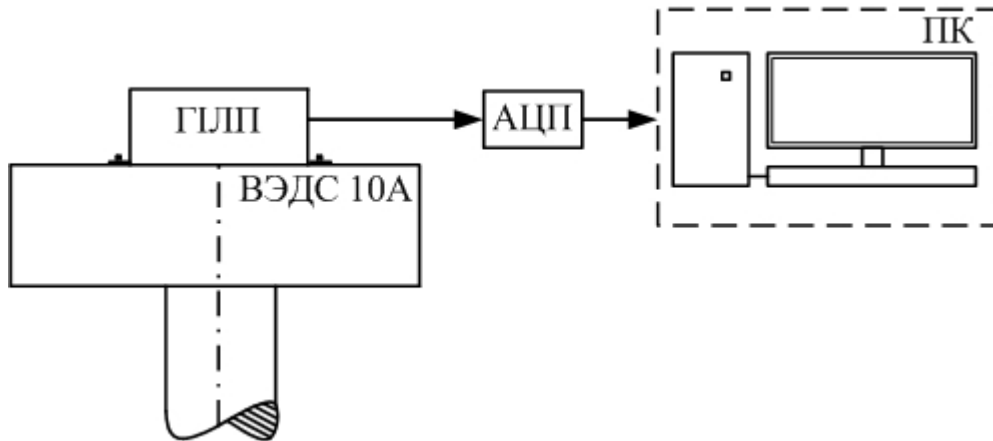


Рис. 1. Блок-схема роботи установки

*Параметри роботи установки.*

Установка розташована в Києві у НТУУ "КПІ" на кафедрі приладів і систем орієнтації і навігації (ПСОН).

GPS координати: Довгота: 30°27'38.62"; Широта: 50°26'58.39".

За цими координатами згідно  $g_{КПІ} = g_{0e} \cdot 1 + 0.0052884 \cdot \sin^2 \varphi - 0.0000059 \cdot \sin^2 2\varphi$ , знаходимо питому силу тяжіння. Отримали  $g_{КПІ} = 9.8110132989 \text{ м/с}^2$ .

Досліджуваний гіроінтегратор лінійних прискорень (ГІЛП) встановлювався вертикально.

Випробування проводились для: режиму без вібрацій та режимів з вібраціями з частотами 5, 10, 15, 40, 80, 100, 261 Гц.

*Результати та обробка результатів роботи установки.*

Вихідний сигнал приладу має вигляд (рис. 2).

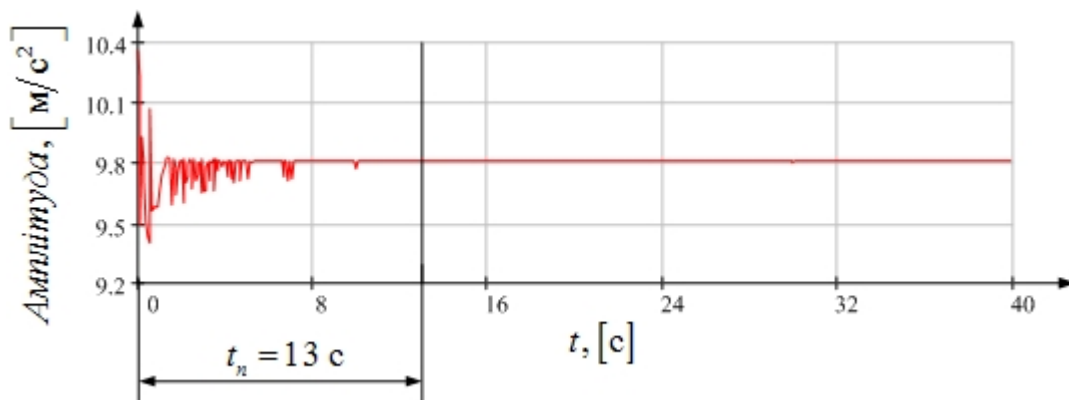


Рис. 2. Вихідний сигнал ГІЛП "423М"

Для визначення систематичних похибок приладу необхідно виділити корисний вихідний сигнал.

Графічно встановлено, що для частот обраних у експерименті перехідний процес триває  $t_n < 13$  с, тому розглядати вихідний сигнал будемо для  $t \geq 13$  с.

Систематичну похибку будемо визначати, як

$$\Delta_g = \langle g_{\text{вим}} t \rangle - g_{\text{КПД}},$$

де  $\overline{g_{\text{вим}}} = \frac{1}{N_{\text{вим}} + 1} \sum_{i=0}^{N_{\text{вим}}} g_{t_i}$  – середнє значення вихідного сигналу приладу за період спостереження

$t \in t_n; t_k$  с;  $t_k$  – час закінчення спостереження,

$$\sigma_{\overline{g_{\text{вим}}}} = \sqrt{\frac{1}{N_{\text{вим}}} \sum_{i=0}^{N_{\text{вим}}} [g_{t_i} - \overline{g_{\text{вим}}}]^2},$$

$$\Delta_{g_{\text{вим}}} = \frac{\sigma_{\overline{g_{\text{вим}}}}}{\sqrt{N_{\text{вим}}}} t_p,$$

$N_{\text{вим}}$  – кількість вимірювань,  $t_p = qt$   $p, d$  – коефіцієнт Стюдента.

За результатами експерименту та його обробки сформовано табл. 1.

Таблиця 1.

**Похибки ОГ та ДГ зумовлені вібраціями основи при  $H = 0.002$  Н·м·с,  $ml = 0.001$  Н·с<sup>2</sup>,  $P = 0.90$**

| $\omega_i$ ,<br>Гц | $\langle g_{\text{вим}} t \rangle$ , м/с <sup>2</sup> | $\Delta_g$ , м/с <sup>2</sup> | $\overline{\sigma_g}$ , м/с <sup>2</sup> | $L$ , м/с <sup>2</sup> | $U$ , м/с <sup>2</sup> |
|--------------------|---|-------------------------------|--|------------------------|------------------------|
| <b>ОГ</b>          |   |                               |  |                        |                        |
| 0                  | 9.81101329  | $-3.553 \cdot 10^{-8}$        | $3.523 \cdot 10^{-8}$                    | 9.81101328             | 9.81101330             |
| 2.5*               | 9.811042  | $2.879 \cdot 10^{-5}$         | $2.365 \cdot 10^{-5}$                    | 9.811035               | 9.811049               |
| 5                  | 9.811025  | $1.188 \cdot 10^{-5}$         | $6.791 \cdot 10^{-5}$                    | 9.811011               | 9.811040               |
| 10                 | 9.811041  | $2.771 \cdot 10^{-5}$         | $1.902 \cdot 10^{-4}$                    | 9.811004               | 9.811078               |
| 15                 | 9.810973  | $-3.988 \cdot 10^{-5}$        | $3.259 \cdot 10^{-4}$                    | 9.810911               | 9.811036               |
| 40                 | 9.807897  | $-3.116 \cdot 10^{-3}$        | $2.387 \cdot 10^{-3}$                    | 9.807447               | 9.808347               |
| 80                 | 9.805309  | $-5.704 \cdot 10^{-3}$        | 0.014                                    | 9.802759               | 9.807859               |
| 100                | 9.804720  | $-6.293 \cdot 10^{-3}$        | 0.021                                    | 9.800743               | 9.808698               |
| 261                | 9.771796  | -0.039                        | 0.135                                    | 9.740938               | 9.802655               |
| <b>ДГ</b>          |   |                               |  |                        |                        |
| 0                  | 9.81101329  | $-3.553 \cdot 10^{-8}$        | $3.523 \cdot 10^{-8}$                    | 9.81101328             | 9.81101330             |
| 2.5*               | 9.811021  | $8.944 \cdot 10^{-7}$         | $6.371 \cdot 10^{-6}$                    | 9.81102                | 9.811022               |
| 5                  | 9.811016  | $3.149 \cdot 10^{-6}$         | $7.888 \cdot 10^{-6}$                    | 9.811014               | 9.811017               |
| 10                 | 9.81101   | $-2.869 \cdot 10^{-6}$        | $1.972 \cdot 10^{-5}$                    | 9.810988               | 9.811004               |
| 15                 | 9.811029  | $1.566 \cdot 10^{-5}$         | $6.349 \cdot 10^{-4}$                    | 9.810853               | 9.811205               |
| 40                 | 9.811003  | $-1.013 \cdot 10^{-5}$        | $2.936 \cdot 10^{-3}$                    | 9.810518               | 9.812488               |
| 80                 | 9.810319  | $-6.945 \cdot 10^{-4}$        | $6.71 \cdot 10^{-3}$                     | 9.809828               | 9.810809               |
| 100                | 9.810088  | $-9.25 \cdot 10^{-4}$         | $8.625 \cdot 10^{-3}$                    | 9.80969                | 9.810486               |
| 261                | 9.808183  | $-2.798 \cdot 10^{-3}$        | 0.024                                    | 9.807036               | 9.809394               |

Перший рядок табл. 1 для ОГ та ДГ відповідно можна вважати інструментальною похибкою приладу, так як вібрації відсутні. Символом "\*" відмічено результати отримані шляхом моделювання у зв'язку з неможливістю забезпечити таку частоту експериментально; виявлено, що цей результат вкладається в загальну тенденцію.

З табл. 1 випливає, що ДГ на відміну від ОГ, забезпечує необхідну точність вимірів для частот поступальних вібрацій, які не перевищують 5 Гц.

БЕЗВЕСІЛЬНА Олена Миколаївна, д.т.н., проф., Заслужений діяч науки і техніки України, професор кафедри приладобудування Приладобудівного факультету Національного технічного університету України «КПІ», наукові інтереси: приладобудування, гравіметрія, автоматизовані вимірювальні перетворювачі, e-mail: bezvesilna@mail.ru, тел. р. 236-09-26.

КОВАЛЬ Антон Валерійович – доцент кафедри Кафедра автоматизованого управління технологічними процесами та комп'ютерних технологій Житомирського державного технологічного університету, наукові інтереси: мікробезпілотні літальні апарати, гравіметричні системи та гравіметри; математичне моделювання; системи автоматизації.  
e-mail: koval.anton@gmail.com, тел. м. 093 772-08-88.