

**ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТІ ПОБУДОВИ СИСТЕМИ ПРОГНОЗУВАННЯ  
ТА АВТОМАТИЧНОЇ КОМПЕНСАЦІЇ НАКОПИЧЕНИХ ПОХИБОК  
ІНТЕГРУЮЧИХ ГІРОСКОПІЧНИХ АКСЕЛЕРОМЕТРІВ**

*У статті наведено результати досліджень можливості створення та ефективності застосування системи прогнозування та автоматичної компенсації накопичених похибок інтегруючих гіроскопічних акселерометрів. Досліджено та обґрунтовано можливість створення такої системи для гіроскопічного інтегратора лінійних прискорень: наведено аналітичні розрахунки основних залежностей похибок приладу від визначених завод, визначено основні елементи системи, розроблено функціональну схему системи, пояснено принцип дії та наведено опис алгоритму роботи системи.*

**Вступ. Постановка проблеми.** Інтегруючі вимірювальні прилади [1–3] застосовуються для отримання високоточних даних про середнє значення вимірюваної величини на певному поточному проміжку часу або інтеграла величини, що безпосередньо впливає на вимірювальну систему приладу. Хоча інформацію про вимірювану величину частіше отримують шляхом диференціювання вихідного сигналу інтегруючого вимірювального приладу [2, 3], все ж результат такого перетворення є набагато точнішим, ніж при штучному усередненні вихідного сигналу вимірювального приладу, що не має інтегруючих властивостей. Прилади, вимірювальна система яких має можливість в аналоговому вигляді здійснювати інтегрування вимірюваної величини, є незамінними у випадку необхідності визначення поточних середніх значень вимірюваної величини. Перевага у точності досягається через те, що диференціювання (зворотнє інтегрування) здійснюється над інтегралом сумарного сигналу, який складається з корисного сигналу вимірюваної величини та сигналу завади. Враховуючи те, що максимальна похибка визначення інтеграла дорівнюватиме інтегралу від однієї півхвилі сигналу завади, очевидно, що перевага у точності інтегруючого приладу перед приладом без інтегруючих властивостей буде тим більшою, чим менші довжина та амплітуда хвилі сигналу завади, порівняно із проміжком часу реєстрації сумарного сигналу, який одночасно є проміжком усереднення сумарного сигналу. Якщо здійснювати цифрове інтегрування, то значна похибка може виникнути, коли обрано недостатньо високе значення частоти квантування  $i$  (або) точно не дотримується період квантування. Проте при вимірюваннях відбувається вплив на вимірювальну систему сукупності всіх можливих факторів. Інтегрування справляють з додатковими похибками. Детерміновані фактори зазвичай здійснюють систематичний вплив, породжуючи систематичні похибки, але характер зміни цих факторів може бути випадковий, тому можливо оцінити лише статистичні характеристики випадкових похибок у результатах вимірювання. Однак невизначені фактори зазвичай впливають на процес вимірювання так, що змінюють параметри вимірювальної системи. Цей факт призводить до виникнення ідеї: параметри вимірювальної системи піддаються контролю; ідея породжує гіпотезу: похибки від невизначених факторів можливо систематизувати, оцінити і виключити з результатів вимірювання. Проблема полягає у визначенні аналітичних залежностей між додатковими похибками, параметрами вимірювальної системи та параметрами детермінованих факторів збурень.

**Аналіз останніх досліджень.** Найкращим прикладом інтегруючого вимірювального приладу є інтегруючий гіроскопічний акселерометр (гіроскопічний інтегратор лінійних прискорень – ГІІП) [2, 4]. Дослідження роботи ГІІП як гірографіметра [3, 5–8] засвідчують, що сумарна похибка приладу містить дві складові, які залежать від таких зовнішніх факторів, що не піддаються повному визначенню. Проте ці фактори виявляють свій вплив на параметри роботи вимірювальної системи ГІІП. Перша група факторів впливає на вібраційний кутовий рух внутрішнього підвісу – це вібраційні прискорення основи, амплітуда та фаза яких не піддаються точному визначенню. Друга група факторів впливає на стабільність статичного коефіцієнта передачі приладу – ці фактори точно не відомі й можуть містити також першу групу факторів, а вплив на статичний коефіцієнт передачі здійснюється через зміну швидкості обертання ротора гіромотора. Похибка від вібраційних збурень у випадку нормальних умов польоту становить  $0,1 \text{ мГл}$  ( $1 \cdot 10^{-6} \text{ м/с}^2$ ) [6], тобто приблизно 5 % від сумарної похибки ГІІП, але вона може значно перевищити встановлене значення у випадку раптового підвищення амплітуди вібрацій, можливо, навіть короткочасного. Похибка від зміни швидкості обертання ротора гіромотора оцінена такими ж значеннями. Встановлено прямо пропорційну залежність між значеннями зазначених похибок та величиною факторів збурень. Наприклад, якщо амплітуда вібрацій підвищиться у два рази, то похибка також підвищиться у два рази.

**Загальна проблема.** Складеність сумарної похибки приладу типу ГЛП пояснює необхідність дослідження можливостей зменшення кожної зі складових. Тільки комплексність підходу дозволить зменшити сумарну похибку ГЛП. Очевидно, що розроблені методи можуть бути актуальними при дослідженні шляхів підвищення точності будь-яких інтегруючих вимірювальних приладів. Якщо вирішити проблему аналітичного визначення залежностей між результатом вимірювання та зміною параметрів роботи приладу, що відбувається під впливом сукупності детермінованих факторів та таких, які не піддаються детермінації (визначенню), то можливою стане побудова системи компенсації негативного впливу цих факторів через введення поправок у результат вимірювання або через корекцію алгоритму обробки даних, тобто система набуде додаткових інтелектуальних рис.

**Постановка завдання.** Представити основні результати досліджень ефективності застосування для інтегруючого вимірювального приладу – гіроскопічного інтегратора лінійних прискорень (ГЛП), системи прогнозування та автоматичної компенсації накопичених похибок. Дослідити та обґрунтувати можливість створення такої системи для ГЛП: навести аналітичні розрахунки основних залежностей похибок приладу від визначених завад, визначити основні елементи системи, розробити функціональну схему системи, пояснити принцип дії та описати алгоритм роботи системи.

**Основна частина.**

**Досліджуваній ГЛП**

Узагальнена схема приладу наведена на рисунку 1: 1 – гіромотор; 2 – ротор гіромотора; 3 – датчик кута повороту внутрішнього підвісу (мікросин) [9]; 4 – демодулятор-підсилювач вихідного сигналу датчика кута повороту; 5 – рідинний демпфер; 6 – поворотна платформа; 7 – двигун-привід поворотної платформи; 8 – оптичний датчик положення поворотної платформи; 9 – перетворювач-підсилювач сигналу датчика положення поворотної платформи; 10 – мембрана зі щілиною, закріплена на поворотній платформі; 11 – джерело зосередженого світла; 12 – вісь внутрішнього підвісу гіромотора.

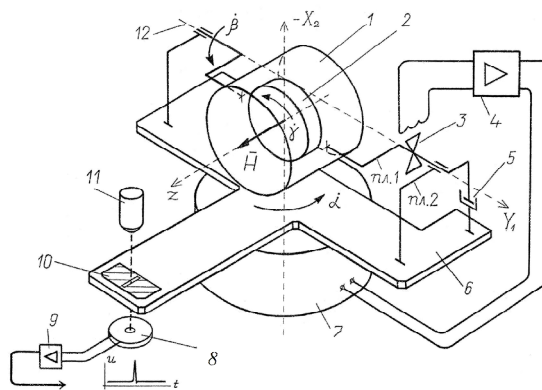


Рис. 1. Досліджуваній ГЛП

Будемо розглядати випадок, коли ГЛП застосовується як вимірювач середнього значення вертикальної складової  $\overline{W}_\xi$  лінійного прискорення основи, де встановлено прилад. Вертикальна вісь  $\xi$  тут збігається з віссю  $X_2$  на рисунку 1 ( $X_2 \perp Z \perp Y_1$ ). Кут повороту поворотної платформи  $\Delta\alpha$  є інтегралом від величини, що пропорційна вертикальній складовій сумарного вектора лінійного прискорення основи та гравітаційного прискорення, за час спостереження–реєстрації сигналу ГЛП ( $t_k - t_n$ ). Встановлено, що обробка сигналу ГЛП повинна здійснюватися за формулою (1):

$$\overline{W}_{\xi, \text{вим.}} = \frac{1}{R_{cm}} \cdot \left[ (\alpha(t_k) - \alpha(t_n)) + R_{cm} \cdot \left( \int_{t_n}^{t_k} g_\xi dt \right) + \left( \int_{t_n}^{t_k} \omega_\xi dt \right) \right] \cdot \frac{1}{(t_k - t_n)}, \quad (1)$$

де  $R_{cm} = m \cdot l / H$ ;  $R_{cm}$  – статичний передатний коефіцієнт ГЛП;  $m \cdot l$  – маятниковість гіромотора;  $H = J \cdot \dot{\gamma}$  – кінетичний момент гіромотора;  $J$  – момент інерції ротора гіромотора;  $\dot{\gamma}$  – частота обертання ротора гіромотора;  $\alpha(t)$  – кут повороту зовнішньої платформи (рамка зовнішнього підвісу) навколо вертикальної осі (вісь обертання вала двигуна-приводу поворотної платформи);  $g_\xi$  – вертикальна складова гравітаційного прискорення;  $\omega_\xi$  – вертикальна складова вектора кутової

швидкості основи;  $(t_n)$ ,  $(t_k)$  – моменти часу початку та кінця відліку даних про  $\alpha(t)$ . При розрахунку  $\bar{W}_{\xi, \text{вим.}}$  за формулою (1) бортова ЕОМ використовує апріорне значення  $\dot{\gamma}$ , хоча це значення,

очевидно, не є абсолютно стабільним. Зазначимо, що величина  $\left( \int_{t_n}^{t_k} \omega_{\xi} dt \right)$  вводиться з метою автоматичної корекції за кутову швидкість основи, що є стандартним для такого типу приладів [8]. Реєстрація сигналу виконується так: фіксуються моменти  $(t_n)$ ,  $(t_k)$  для фіксованого кута повороту поворотної платформи, чого достатньо для виконання процедури диференціювання.

**Суть контролю частоти обертання ротора гіромотора**

При зміні частоти  $\dot{\gamma}$  обертання ротора 2 гіромотора 1 (рис. 1) змінюється кінетичний момент  $H$  ротора гіромотора, і, таким чином, змінюється статичний передатний коефіцієнт приладу  $R_{cm.} = m \cdot l / H$ . У вихідному сигналі  $\Delta\alpha$  накопичується похибка  $\Delta[\Delta\alpha]$ , яка спричиняє похибку  $\Delta[\bar{W}_{\xi, \text{вим.}}]$  у  $\bar{W}_{\xi, \text{вим.}}$  через те, що ЕОМ при перерахунку  $\Delta\alpha$  у  $\bar{W}_{\xi, \text{вим.}}$  використовує необ'єктивне значення  $R_{cm.}$ , яке розраховане за ідеальним  $\dot{\gamma}$ .

$$\frac{d\bar{\alpha}}{d\dot{\gamma}} = \left[ \frac{m \cdot l}{J \cdot \dot{\gamma}} \cdot (\bar{W}_{\xi, \text{вим.}} - \bar{g}_{\xi}) \right]_{d\dot{\gamma}}^l = \frac{m \cdot l \cdot (\bar{W}_{\xi, \text{вим.}} - \bar{g}_{\xi})}{J \cdot \dot{\gamma}} \cdot \frac{1}{\dot{\gamma}} = \bar{\alpha} \cdot \frac{1}{\dot{\gamma}} \rightarrow d\bar{\alpha} = \bar{\alpha} \cdot \frac{d\dot{\gamma}}{\dot{\gamma}}; \tag{2}$$

$$\Delta[\Delta\alpha]_{d\dot{\gamma}} = \sum_{t=t_n}^{t=t_k} \left[ \frac{d\dot{\gamma}}{\dot{\gamma}} \cdot \bar{\alpha} \cdot dt \right]_{dt \rightarrow 0} = \frac{\bar{\alpha}}{\dot{\gamma}} \cdot \int_{t_n}^{t_k} d\dot{\gamma} dt = \frac{\bar{\alpha}}{\dot{\gamma}} \cdot (t_k - t_n) \cdot (\dot{\gamma} - \bar{\dot{\gamma}}); \tag{3}$$

$$\Delta[\bar{W}_{\xi, \text{вим.}}]_{d\dot{\gamma}} = \frac{\Delta[\Delta\alpha] \cdot H}{(t_k - t_n) \cdot m \cdot l} = \bar{W}_{\xi} \cdot \left( 1 - \frac{\dot{\gamma}}{\bar{\dot{\gamma}}} \right), \tag{4}$$

де  $\dot{\gamma}$  – запрограмована частота обертання ротора.

Якщо врахувати зміну  $d\dot{\gamma}$  у  $R_{cm.}$ , то можливо уникнути похибки від зміни  $\dot{\gamma}$ . Цю ідею враховано у розробленому алгоритмі роботи системи прогнозування та компенсації (рис. 5). ЕОМ за даними від системи контролю обертання ротора визначає поточне значення  $\bar{\dot{\gamma}}$  на поточному інтервалі  $(t_k - t_n)$  та розраховує можливу похибку  $\Delta[\bar{W}_{\xi, \text{вим.}}]_{d\dot{\gamma}}$  від зміни  $\dot{\gamma}$ . Якщо  $\Delta[\bar{W}_{\xi, \text{вим.}}]_{d\dot{\gamma}} \geq 0,1 \text{ мГл}$  (встановлена допустима межа), то ЕОМ розраховує поточне значення  $R_{cm.}$ , враховуючи поточне  $\bar{\dot{\gamma}}$ . І тільки тоді ЕОМ розраховує  $\bar{W}_{\xi, \text{вим.}}$ .

**Схема реалізації контролю динаміки обертання поворотної платформи**

Схема системи реєстрації інформації про динаміку руху поворотної платформи відображена на рисунку 2. Суть роботи схеми полягає у реєстрації кількості імпульсів зовнішнього стабілізованого кварцового генератора у пам'яті блока зовнішніх регістрів з подальшим зчитуванням даних у бортову ЕОМ. Кількість імпульсів підраховується блоком електронних цифрових лічильників [10] за час  $(t_k - t_n)$ . Фіксація даних у блоці регістрів відбувається за кожним обертом поворотної платформи. Регістри з'єднані так, що ЕОМ може послідовно тетрадами зчитувати з них дані. Чотирипровідна шина даних (ШД) підключається до розрядів STATE-PORT 1–4 стандартного LPT-порту, друга шина: шина адреси (ША) підключається до розрядів DATA-PORT 1–3. Тут ША необхідна для почергової вибірки чотирирозрядних регістрів, виходи яких з'єднані паралельно за схемою «АБО». ЕОМ надсилає адресу через ША на входи дешифратора адреси, який формує сигнал вибірки на відповідний регістр. Сигнальний провід STATE-PORT 5 сигналізує про можливість для ЕОМ зчитувати дані з блока регістрів.

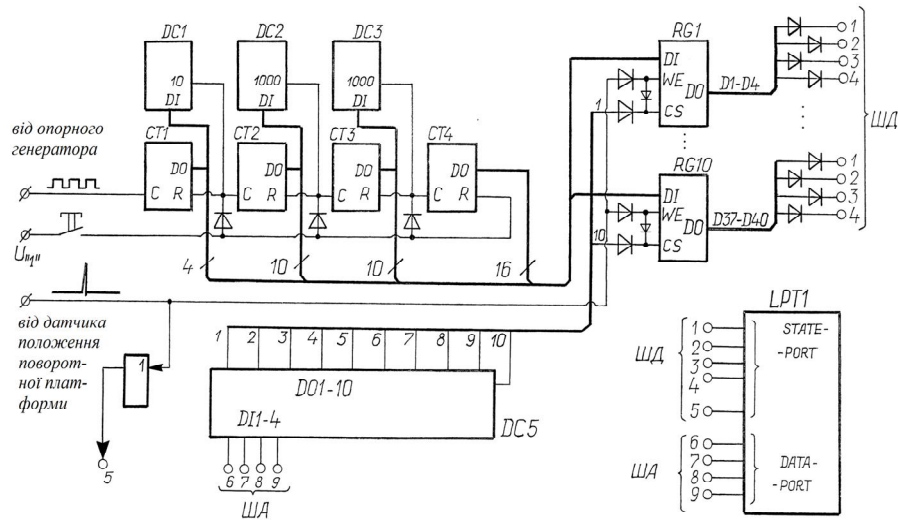


Рис. 2. Функціональна схема системи реєстрації інформації про динаміку руху поворотної платформи

**Схема реалізація контролю частоти обертання ротора гіромотора**

Система реєстрації інформації про кількість обертів ротора реалізується за схемою, що відображена на рисунку 3, а і подібна до схеми контролю динаміки обертання поворотної платформи (рис. 2): на лічильний вхід (замість лінії подачі імпульсів від опорного генератора (імпл. оп. генер.)) підключено лінію подачі імпульсів від датчика положення ротора (імпл.:  $\Delta\gamma = 2 \cdot \pi$ ). Датчик положення ротора – це розташована на статорі обмотка, в якій постійний магніт, що закріплений на роторі, наводить електричний імпульс.

Система реєстрації інформації про динаміку руху ротора (рис. 3, б) базується також на схемі, відображеній на рисунку 2, але у ній застосовано додатковий RS-тригер. Прямий Q-вихід тригера підключено до лінії  $U_{\alpha 1}$ , а R-вхід тригера підключено до лінії передачі імпульсів від датчика положення поворотної платформи (імпл.:  $\Delta\alpha = 2 \cdot \pi$ ). S-вхід тригера підключено до лінії імпульсів від датчика положення ротора; сигнал із цієї лінії направлено за схемою логічного «АБО» на входи WE-регістрів RG1-10 замість імпульсних сигналів від датчика положення поворотної платформи (імпл.:  $\Delta\alpha = 2 \cdot \pi$ ). Робота системи пояснюється діаграмою, зображеною на рисунку 4.

Поточне середнє значення  $\bar{\gamma}$  частоти обертання ротора гіромотора на поточному часовому проміжку  $(t_k - t_n)$  визначається в ЕОМ за формулою (5):

$$\bar{\gamma} = \frac{N_{\text{рот}} \cdot 2 \cdot \pi}{(t_k - t_n) + (N_2 - N_1) / (f_{\text{он.генер.}}, \text{Гц})}, \text{ р/с.} \tag{5}$$

Таким чином, зроблено припущення, що  $\bar{\gamma}$  не змінюється дуже швидко:  $\bar{\gamma}$  на інтервалі  $(t_k - t_n)$  дорівнює  $\bar{\gamma}$  на інтервалі, максимально близькому до  $(t_k - t_n)$ , але в цілу кількість обертів ротора. Обраний спосіб визначення  $\bar{\gamma}$  пояснюється особливостями будови системи вимірювання положення ротора та можливостями його апаратної реалізації за допомогою мікросхем.

**Суть контролю кута повороту гіромотора у внутрішньому підвісі**

Наявність вертикальної вібраційної складової  $\tilde{W}_\xi$  лінійного прискорення основи, де встановлено ГЛП, викликає появу складової-похибки [6]:

$$\Delta[\tilde{W}_{\xi, \text{вим.}}]_{\tilde{W}_\xi} = \frac{\tilde{W}_\xi \cdot H}{(t_k - t_n) \cdot A \cdot B \cdot \omega_w^3}, \tag{6}$$

де  $A, B$  – коефіцієнти, які визначаються тільки моментами інерції окремих елементів приладу.

З'ясувавши деяким чином амплітуду  $\tilde{W}_\xi$  та частоту  $\omega_w$  вібраційної складової лінійного прискорення  $W_\xi$ , можливо було б прогнозувати ступінь впливу  $\tilde{W}_\xi$  на результат вимірювання.  $\tilde{W}_\xi$  також впливає на динаміку руху внутрішнього підвісу гіромотора. За розробленою математичною моделлю [7]:

$$\beta = \bar{\beta} + \beta = W_1^\beta \cdot M_{1,l} + W_2^\beta \cdot M_{2,l}; \tag{7}$$

$$M_{1,l} = B^I \cdot (\dot{\omega}_\eta \cdot \cos \alpha + \dot{\omega}_\zeta \cdot \sin \alpha) + H \cdot \omega_\xi + m \cdot l \cdot W_\xi - m \cdot l \cdot g_\xi; \tag{8}$$

$$M_{2,l} = A \cdot \dot{\omega}_\xi + H \cdot (\omega_\eta \cdot \cos \alpha - \omega_\zeta \cdot \sin \alpha), \tag{9}$$

де  $W_1^\beta$  та  $W_2^\beta$  – передатні функції за різними каналами передачі сигналів у приладі.

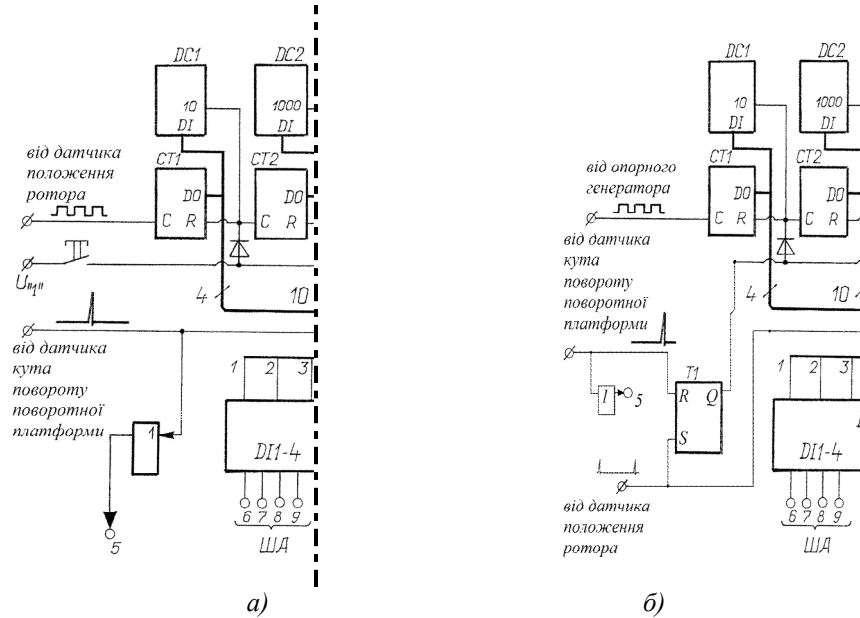


Рис. 3. Функціональна схема системи реєстрації інформації:  
а) про кількість обертів ротора; б) про динаміку руху ротора

Враховуючи, що змінні складові  $M_{2,l}$ ,  $M_{1,l}$ , які залежать від змінних складових вектора кутової швидкості основи, на декілька порядків менші, за умов установа ГЛП на горизонтально стабілізовану платформу, ніж складова  $m \cdot l \cdot \tilde{W}_\xi$ , а також урахувавши співвідношення  $W_2^\beta \ll W_1^\beta$  ( $\omega_w > 100$  p/c), можливо визначити такі аналітичні вирази:

$$\tilde{\beta} \approx W_1^\beta \cdot (m \cdot l \cdot \tilde{W}_\xi), \quad \omega_\beta = \omega_w; \tag{10}$$

$$|W_1^\beta|_{p=j \cdot \omega} = \frac{\sqrt{(A^2 \cdot \omega^2 + f_2^2)}}{\sqrt{(H \cdot K_k - (A \cdot f_1 + B \cdot f_2) \cdot \omega^2)^2 + (H^2 + f_1 \cdot f_2 - A \cdot B \cdot \omega^2)^2 \cdot \omega^2}}; \tag{11}$$

$$|W_1^\beta|_{\omega > 100 \text{ p/c}} = \frac{1}{B \cdot \omega_w^2} \Rightarrow \tilde{\beta} = \frac{m \cdot l \cdot \tilde{W}_\xi}{B \cdot \omega_w^2}. \tag{12}$$

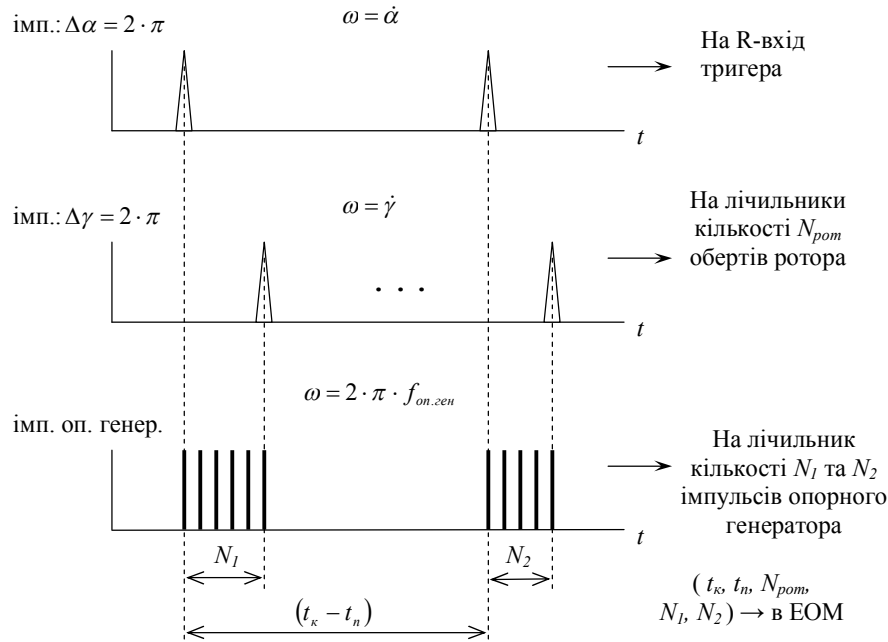


Рис. 4. Діаграми роботи системи контролю частоти обертання ротора

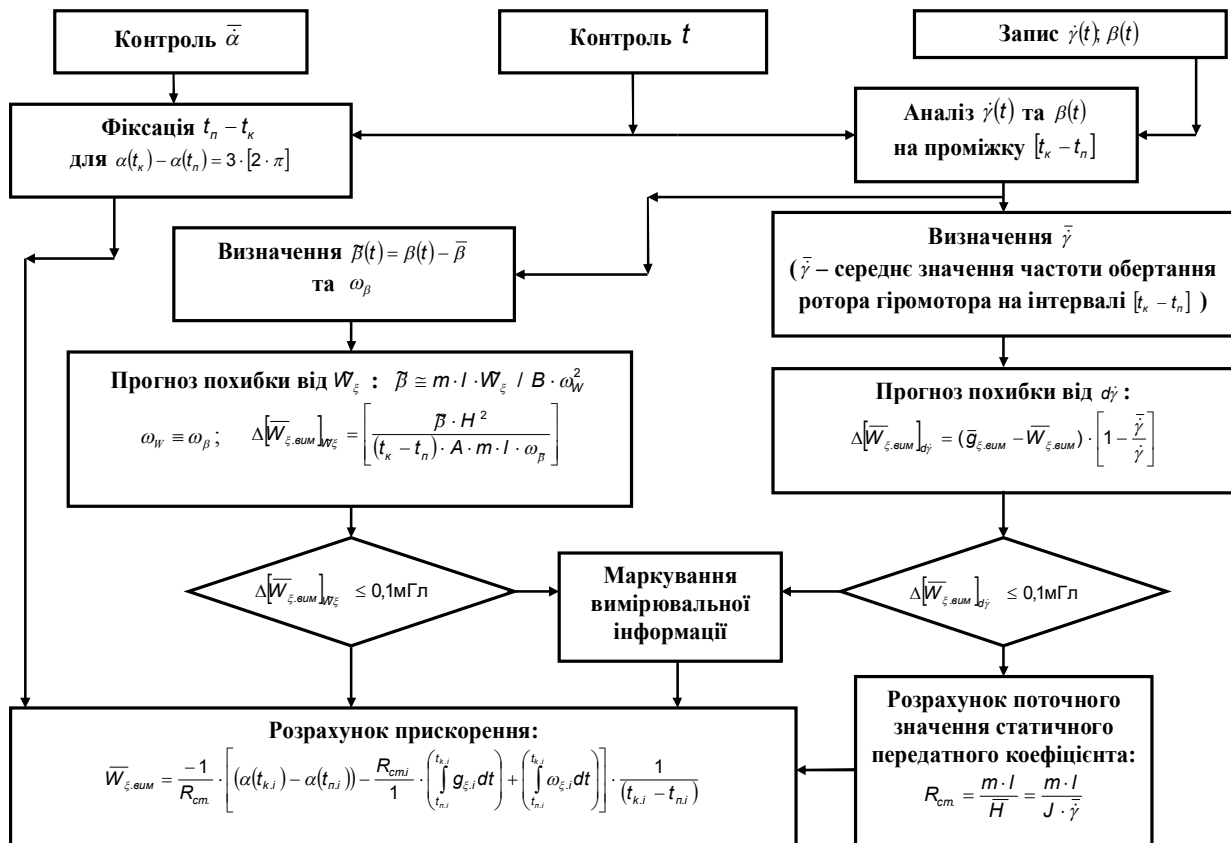


Рис. 5. Блок-схема алгоритму роботи системи прогнозування та автоматичної компенсації накопичених похибок ГЛПЗ

Таким чином, контролюючи амплітуду змінної складової  $\beta$  та її частоту  $\omega_\beta$ , можливо визначити значення  $\tilde{W}_\xi$  та  $\omega_W$  і спрогнозувати модуль значення відповідної складової похибки  $\Delta[\tilde{W}_{\xi, \text{вим.}}]_{\tilde{W}_\xi}$ :

$$\Delta[\overline{W}_{\xi, \text{вим.}}]_{\widetilde{W}_{\xi}} = \frac{\widetilde{\beta} \cdot H^2}{m \cdot l \cdot A \cdot \omega_W \cdot (t_k - t_n)}. \quad (13)$$

Цей процес передбачено розробленим алгоритмом роботи системи (рис. 5). Запропоноване прогнозування однієї з найсуттєвіших похибок ГЛПП необхідне для визначення вимірювальної інформації, що надмірно пошкоджена завадами.

#### **Схемна реалізація контролю кута повороту гіромотора у внутрішньому підвісі**

Реалізувати необхідний контроль можливо, якщо використати цифрове перетворення сигналу датчика з кута повороту гіромотора у внутрішньому підвісі (рис. 1). При цьому точність важлива, але не є критичною умовою, оскільки бажано отримати інформацію про орієнтовне значення похибки від  $\widetilde{W}_{\xi}$ , достатню, щоб прийняти рішення про ступінь впливу збурень на результат вимірювання.

**Висновок.** Досліджено можливість контролю кута повороту гіромотора у внутрішньому підвісі з метою визначення характеристик вібраційного лінійного прискорення з подальшим визначенням орієнтовних значень похибки ГЛПП. Це є важливим у випадку реальних вимірювань  $\overline{W}_{\xi}$ , коли здійснюється одноразове визначення  $\overline{W}_{\xi}$  на поточному відрізку шляху руху основи і відсутня можливість здійснити усереднення великої кількості даних для визначення середньоквадратичної похибки результату поточного вимірювання. Запропонований процес важливий для відбраковування вимірювальної інформації шляхом визначення ступеня впливу збурень на результат вимірювання.

Досліджено можливість урахування випадкових змін передатного коефіцієнта приладу при застосуванні процедури обробки вихідного сигналу ГЛПП. У процедуру обробки вихідного сигналу включено проміжний етап аналізу параметрів роботи ГЛПП: аналіз можливих змін швидкості обертання ротора гіромотора – причини, що викликає зміну передатного коефіцієнта приладу. Інтегруючі властивості приладу дозволяють полегшити умови контролю частоти обертання ротора: контролюється не миттєве значення частоти обертання ротора, а її середнє значення за період реєстрації сигналу приладу, яке може бути визначене з більшою точністю.

Результати досліджень особливостей роботи ГЛПП можуть бути направлені на підвищення точності інерціальних навігаційних систем рухомих об'єктів, а також точності вимірювань величини гравітаційного прискорення у випадку, коли застосовуються гравіметри на основі ГЛПП.

Представлені результати також мають загальний характер і повною мірою належать до характеристик роботи будь-яких інтегруючих вимірювальних приладів. Досліджені методи можуть бути використані для підвищення точності результатів вимірювань, що здійснені інтегруючими вимірювальними приладами.

#### **ЛІТЕРАТУРА:**

1. Коваленко І.О. Метрологія та вимірювальна техніка : навч. посібн. / І.О. Коваленко, А.М. Коваль. – Житомир : ЖІПТ, 2001. – 652 с.
2. Одинцов А.А. Гирроскопический интегратор линейных ускорений / А.А. Одинцов. – К. : НМК ВО, 1986. – 68 с.
3. Безвесільна О.М. Однороторний інтегруючий гіродатчик гравітаційного прискорення / О.М. Безвесільна, О.О. Добржанський // Вісник ЖДТУ / Технічні науки. – 2008. – № 1. – С. 74–82.
4. Пomyкаев И.И. Навигационные приборы и системы: учеб. пособие / И.И. Пomyкаев, В.П. Селезнев, Л.А. Дмитроченко ; под ред. И.И. Пomyкаева. – М. : Машиностроение, 1983. – 456 с.
5. Безвесільна О.М. Характеристика збурень, що впливають на гравіметр авіаційної гравіметричної системи / О.М. Безвесільна, О.О. Добржанський // Вісник Інженерної академії наук. – 2008. – № 2. – С. 233–236.
6. Безвесільна О.М. Дослідження можливості застосування гіроскопічного гравіметра в авіаційній гравіметричній системі / О.М. Безвесільна, О.О. Добржанський // Вісник ЖДТУ / Технічні науки. – 2008. – № 2. – С. 49–56.
7. Добржанський О.О. Математична модель динаміки гіроскопічного датчика гравітаційного прискорення / О.О. Добржанський // Вісник ЖДТУ / Технічні науки. – 2006. – № 4. – С. 108–114.
8. Безвесільна О.М. Автокомпенсація похибок гіроскопічного інтегратора лінійних прискорень / О.М. Безвесільна // Прикладна механіка. – 1995. – № 4. – С. 79–85.
9. Безвесільна О.М. Технологічні вимірювання та прилади. Перетворюючі пристрої приладів та комп'ютеризованих систем : підр. / О.М. Безвесільна, Ю.О. Подчаїнський. – Житомир : ЖДТУ, 2006. – 560 с.

10. Новиков Ю.В. Основы цифровой схемотехники. Базовые элементы и схемы. Методы проектирования / Ю.В. Новиков. – М. : Мир, 2001. – 379 с.

ДОБРЖАНСЬКИЙ Олександр Олексійович – кандидат технічних наук, доцент кафедри автоматизації і комп'ютеризованих технологій факультету інформаційно-комп'ютерних технологій Житомирського державного технологічного університету.

Наукові інтереси:

– гравіметричні прилади та системи;

– прилади та методи вимірювання механічних величин.

Тел.: (0412)229195.

Подано 10.04.2010



**Добржанський О.О.** Дослідження можливості побудови системи прогнозування та автоматичної компенсації накопчених похибок інтегруючих гіроскопічних акселерометрів

**Добржанский А.А.** Исследование возможности построения системы прогнозирования и автоматической компенсации накопленных погрешностей интегрирующих гироскопических акселерометров

**Dobrzhansky O.O.** Original researches of creation possibility and the applying effectiveness of the amassed errors predicting and automatic compensation system for integrating gyro-accelerometers

УДК 531.383

**Исследование возможности построения системы прогнозирования и автоматической компенсации накопленных погрешностей интегрирующих гироскопических акселерометров / А.А. Добржанский**

В статье представлены результаты исследований возможности создания и эффективности применения системы прогнозирования и автоматической компенсации накапливаемых погрешностей интегрирующих гироскопических акселерометров. Исследовано и обосновано возможность создания такой системы для гироскопического интегратора линейных ускорений: приведены аналитические расчеты основных зависимостей погрешностей прибора от помех определенного типа, определены основные элементы системы, разработана функциональная схема системы, дано объяснение и описание алгоритма работы системы.

УДК 531.383

**Original researches of creation possibility and the applying effectiveness of the amassed errors predicting and automatic compensation system for integrating gyro-accelerometers / O.O. Dobrzhansky**

The results of the presented researches deals with the creation possibility and the applying effectiveness of the amassed errors predicting and automatic compensation system for integrating gyroscopic accelerometers. The creation possibility of such system for integrating-gyro-linear-accelerometers are investigated and substantiated by the author. The problems resolved in article as follows: the analytical calculations of the main dependences of the measurement errors from the perturbations of definite type; the main system elements determination; the system functional scheme development; the system principle of operation explanation; the system work algorithm description.