

В.М. Мельник, к.т.н., доц.

В.В. Карачун, д.т.н., проф.

Національний технічний університет України "КПІ"

ПРИРОДА ВИНИКНЕННЯ ПОХИБОК ПОПЛАВКОВОГО ГІРОСКОПА ЗА НАТУРНИХ УМОВ

Уточнюється зміст та природа похибок поплавкового двостепеневого гіроскопа, що входить до складу командно-вимірювального комплексу наземних рухомих об'єктів, і проаналізовано їх структуру.

Постановка проблеми. Ефективність наземних бойових засобів визначається, головним чином, безперервністю, надійністю та скритністю керування бойовими підрозділами, що, в свою чергу, забезпечується найбільш повною та точною інформацією щодо місцезнаходження і цілей, і бойових машин. Зменшення ступеня вразливості поодиноких машин досягається використанням навігаційних комплексів для систем керування вогнем і маневруванням супутникових засобів. Однією з найважливіших оперативних задач постає процедура оптимізації режиму пошуку цілі в умовах постійної зміни бойового оточення, тобто вимога мінімального часу виявлення, – визначення дальності, пеленгу та кута місця рухомого об'єкта. Виконання цієї задачі вирішальним чином забезпечує ефективність маневрів рухом і вогнем, а також підвищує вірогідність влучення в ціль.

Вирішення проблеми досягається шляхом створення точних та надійних навігаційних систем, в тому числі обладнання окремо взятої механізованої одиниці.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Для побудови на рухомих об'єктах площини заданої кутової орієнтації знаходять використання тривісні гіростабілізовані платформи. Вони, як відомо, мають похибки створення системи координат, що обумовлені впливом цілого ряду чинників, з яких головними можна вважати перехресні в'язі [1], [2], [3]. Але, в основному, її дрейф все ж обумовлений похибками двостепеневих гіроскопів (наприклад типу ДУСУ), що слугують чутливими елементами платформи.

Глибокий аналіз похибок двостепеневого поплавкового гіроскопа за кінематичного, силового збурення, небалансу рухомої частини, тяжіння струмопідводів, внаслідок дії перехресної кутової швидкості та інших зовнішніх чинників досить повно наведений в науковій літературі [4], [5]. Разом з тим, як з'ясувалося, вимагають серйозного вивчення інші негативні фактори, що мають місце за натурних умов, та на цей час не означені. Мова йдеться про проникаюче акустичне випромінювання, що призводить до виникнення хвильових процесів у підвісі й до появи додаткових похибок вимірювань. І, що важливо, необхідним постає створення розрахункових моделей, які враховували б не тільки, і не стільки, власне дію звукових полів, а їх одночасний вплив з кутовим рухом основи. Це, в свою чергу, найбільш повно відповідає дійсним реаліям.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Проаналізуємо вплив на похибку двостепеневого поплавкового гіроскопа спільної дії акустичного випромінювання і низькочастотного кутового руху об'єкта. Особливістю побудови розрахункової моделі слугує той факт, що кінематичний вплив діє на прилад через опори, в той час як акустичний – крізь оточуюче середовище. Виникаючі пружні переміщення поверхні поплавка під дією звукової хвилі за умови кутового руху основи призводять до появи моментів сил інерції Коріоліса, які слугують для гіроскопа "хибною" кутовою швидкістю на вхідній осі й призводять до похибок вимірювань (або дрейфу вихідного сигналу у випадку інтегруючого гіроскопа) [6].

Метою досліджень є з'ясування закономірності виникаючих похибок поплавкового двостепеневого гіроскопа за натурних умов, що мають місце. Побудова розрахункових моделей базується на з'ясуванні природи сукупної дії двох чинників – кутового руху основи і проникаючого акустичного випромінювання як найбільш суттєвої, на думку авторів.

Похибки двостепеневого гіроскопа, що обумовлені синхронним відносно трьох осей кутовим рухом основи, у другому наближенні мають, окрім періодичної, ще і сталу складову [7]. Сама вона являє собою найбільший інтерес для практики.

Виклад основного матеріалу дослідження. Розглядаючи спільну дію хитавиці корпусу і проникаючого акустичного випромінювання, друге наближення рівняння руху гіроскопа набуває вигляду:

$$\begin{aligned} \ddot{\beta}_2 + (2h - 2h^a)\dot{\beta}_2 + n^2\beta_2 = \\ = r\omega_{2x} - (q + q')\omega_{2z} + \beta_1(r'\dot{\omega}_{1x} - q'\omega_{1z}) - \frac{1}{2}\omega_0 q''\beta_1^2 + \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & + \frac{a}{2} [(\omega_{1x}^2 - \omega_{1z}^2) \sin 2\beta_0 + 2\omega_{1x}\omega_{1z} \cos 2\beta_0 - \dot{\omega}_{2y}] + \\
 & + s\lambda\omega_{2y} - q^a\omega_{2z} + \beta_1 l' \omega_{1y} + \dot{\beta}_1 (\mu\omega_0\beta_1 + 2\mu' \omega_{1z}) - \frac{1}{2} \omega_0 q^a \beta_1^2 + \\
 & + \frac{a}{2} [2\lambda^2 \omega_{1y}^2 + 2\lambda \omega_{1x}\omega_{1y} - 2tg2\beta_0\omega_{1y}\omega_{1z} \cos \beta_0] + \mu\dot{\omega}_{2z},
 \end{aligned} \tag{1}$$

де $\beta = \beta_0 + \beta_1 + \beta_2 + \dots$ – кут повороту рухомої частини приладу; β_1, β_2 – відповідно перше і друге наближення; $n^2 = k^2 + \omega_0(r - r^a)$; $k^2 = \frac{C}{B}$; C, B – відповідно жорсткість пружини і момент інерції

рухомої частини; $r = \frac{r_1}{B}$; $r^a = \frac{r_1^a}{B}$; $r_1 = R\omega_0 \cos 2\beta_0 - H \sin \beta_0$; $2h = \frac{b}{B}$;

$r_1^a = i\omega_a \sin \beta_0 \frac{2P_0}{HR} i\omega_a [J_{II}(\rho_\tau + \pi\rho_r) + m_T R_T L \rho_T]$; $2h^a = \frac{b^a}{B} = \frac{\omega_0 \sin \beta_0}{B} \cdot \frac{2P_0}{HR} i\omega_a [J_{II}(\rho_\tau + \pi\rho_r) + m_T R_T L \rho_T]$;

b – коефіцієнт в'язкого опору, H – кінетичний момент гіроскопа; ω_0 – вхідна величина приладу; P_0 – акустичний тиск; ω_a – частота звукової хвилі; J_{II} – момент інерції поплавка; ρ_τ, ρ_r – пружні переміщення поверхні поплавка відповідно вздовж паралелі та в поперечній площині; ρ_T – акустична вібрація торців поплавка; $m_T R_T$ – маса, радіус торця; L – довжина поплавка;

$$\begin{aligned}
 \omega_{1x} &= \dot{\theta}(t) - \omega_0\psi; & \omega_{2x} &= -\dot{\phi}\psi; \\
 \omega_{1z} &= \dot{\phi}; & \omega_{2z} &= \frac{1}{2} \omega_0 (\theta^2 + \psi^2) - \psi\dot{\theta}; \\
 \omega_{1y} &= \dot{\psi}(t) + \omega_0\theta; & \omega_{2y} &= \dot{\phi}\theta;
 \end{aligned}$$

осі x, y , зв'язані з об'єктом, – повздовжня та дві інші в поперечній площині; ψ – кут диференту; θ – кут крену; ϕ – кут рискання;

$$\begin{aligned}
 q &= \frac{q_1}{B} = \frac{R\omega_0 \sin 2\beta_0 + H \cos \beta_0}{B}; & q' &= \frac{q'_1}{B} = \frac{2R\omega_0 \cos 2\beta_0 - H \sin \beta_0}{B}; \\
 r' &= \frac{r'_1}{B} = \frac{-2R\omega_0 \sin 2\beta_0 - H \cos \beta_0}{B}; & q'' &= -2R\omega_0 \sin 2\beta_0 + H \cos \beta_0;
 \end{aligned}$$

$$\beta_1 = \left[(n^2 - v^2)^2 + 4(h - h^a)^2 v^2 \right]^{\frac{1}{2}} \rho \sin(vt + \delta - \varepsilon);$$

$$\beta_1 - \text{розв'язок першого наближення}; \quad a = \frac{R}{B}; \quad \varepsilon = \arctg \frac{2(h - h^a)}{n^2 - v_i^2} v_i; \quad S = \frac{2R\omega_0 + H \cos \beta_0}{B};$$

$$\lambda = \frac{4P_0}{HR} i\omega_a J_{II} \rho_r \cos \beta_0; \quad q^a = \frac{i\omega_a \cos \beta_0 4P_0 i\omega_a}{HBR} [J_{II}(\rho_\tau + \pi\rho_r) + m_T R_T L \rho_T];$$

$$l' = \frac{R\omega_0 \cos 2\beta_0 \cos \beta_0 (2 - tg 2\beta_0 tg \beta_0) - H \sin 2\beta_0}{B} \frac{4P_0}{HR} i\omega_a J_{II} \rho_r;$$

$$\mu = \frac{\cos \beta_0}{B} \frac{2P_0 i\omega_a}{HR} [J_{II}(\rho_\tau + \pi\rho_r) + m_T R_T L \rho_T];$$

$$\mu' = -\frac{\sin \beta_0}{B} \frac{2P_0 i\omega_a}{HR} [J_{II}(\rho_\tau + \pi\rho_r) + m_T R_T L \rho_T].$$

Вираз у квадратних скобках у правій частині рівняння (1) формує похибку приладу, що зумовлена винятково низькочастотною хитавицею [7]. Інші складові у правій частині дають можливість оцінити ступінь впливу на прилад спільної дії і акустичних полів і кутового руху.

У вихідному сигналі будуть присутні гармонічна і стала C складова, котрій буде відповідати деякий зсув вихідного сигналу $\beta_2^{(0)}$:

$$\beta_2^{(0)} = \frac{C}{n^2}. \tag{2}$$

Таким чином, вихідний сигнал буде містити:

$$\beta = \beta_0 + \beta_1^{(0)} + \beta_2^{(0)},$$

і замість вимірюваної кутової швидкості ω_0 прилад буде показувати:

$$\omega_0 + \Delta\omega_1 + \Delta\omega_2,$$

де два останніх доданки відповідають “хибній” кутовій швидкості (відповідно перше і друге наближення).

Здійснивши операцію осереднення у часі, можна з’ясувати значення сталої складової C у правій частині виразу (1). Як окремий випадок з наведеного визначається зсув нуля приладу. Для цього треба прийняти $\omega_0 = 0$, що відповідає відсутності циркуляції. Природно, що за цієї вимоги $\beta_0 = 0$. Тоді для синхронних коливань вигляду $\theta = \rho_\theta \sin(\nu t + \delta_\theta)$; $\psi = \rho_\psi \sin(\nu t + \delta_\psi)$; $\omega_{1z} = \nu \rho_\phi \cos(\nu t + \delta_\phi)$, $V(t) = \rho_\tau \cos(\omega_a t + \delta_\tau)$; $W(t) = \rho_r \cos(\omega_a t + \delta_r)$; $W_T(t) = \rho_T \cos(\omega_a t + \delta_T)$ маємо:

$$\begin{aligned} \beta_2^{(0)} = & \frac{H}{2C} \nu \rho_\theta \rho_\psi \sin(\delta_\theta - \delta_\psi) - \frac{1}{k^2} \left[(n^2 - \nu^2)^2 + 4h^2 \nu^2 \right]^{\frac{1}{2}} \cdot \\ & \cdot \left\{ \nu^2 \rho_\phi \left[\nu \rho_\psi \sin(\delta_\psi - \delta_\theta - \varepsilon) - q \rho_\phi \cos(\delta_\theta - \delta_\phi + \varepsilon) \right] - \frac{\rho_\psi^2}{2} \left[\nu^2 \cos \varepsilon - q \rho_\phi \sin(\delta_\psi - \delta_\phi + \varepsilon) \right] \right\} - \\ & - \frac{1}{k^2} \left[(n^2 - \nu^2)^2 + 4h^2 \nu^2 \right]^{\frac{1}{2}} \cdot \left[-\nu^2 \rho_\psi \sin(\delta_\psi - \delta_\phi - \varepsilon) - \nu \rho_\phi q \cos \varepsilon \right] + \\ & + \frac{1}{k^2} \left[(n^2 - \nu^2)^2 + 4h^2 \nu^2 \right]^{\frac{1}{2}} \cdot \left\{ \frac{P_0 \omega_a^2}{HBR} \nu \rho_\phi \left[-2\omega_a (J_n^2 \rho_\tau^2 + \pi^2 J_n^2 \rho_r^2 + m_T^2 R_T^2 L^2) \sin \varepsilon + \right. \right. \\ & + 2\pi \omega_a J_n^2 \rho_r \rho_r \sin(\delta_W - \delta_V - \varepsilon) + 2\omega_a m_T R_T L J_n \rho_T \rho_\tau \sin(\delta_T - \delta_V - \varepsilon) + \\ & + 2\pi J_n \rho_r m_T R_T L \rho_T \sin(\delta_W - \delta_T - \varepsilon) + (\omega_a - \nu) J_n \rho_\tau (\pi J_n \rho_r + m_T R_T L \rho_T) \sin(\delta_V - \varepsilon) + \\ & + \pi J_n^2 \rho_r \rho_\tau (\omega_a + \nu) \sin(\delta_V - \delta_W - \varepsilon) + (\omega_a + \nu) J_n \rho_\tau m_T R_T L \rho_T \sin(\delta_V - \delta_T - \varepsilon) \left. \right] - \\ & - \frac{2P_0 i \omega_a J_n}{BR} \left[J_n \rho_r \rho_\psi \rho_\tau (\omega_a - \nu) \sin(\delta_W - \delta_V - \delta_\psi + \delta_\phi - \varepsilon) + \right. \\ & + (\omega_a + \nu) J_n \rho_r \rho_\psi \rho_\tau \sin(\delta_W + \delta_\psi - \delta_V - \delta_\phi - \varepsilon) + \nu (\omega_a - \nu) J_n \rho_r^2 \rho_\psi \sin(\delta_\phi - \delta_\psi - \varepsilon) + \\ & + \pi J_n \rho_r^2 \rho_\psi \nu (\omega_a + \nu) \sin(\delta_\psi - \delta_\phi - \varepsilon) + \nu (\omega_a - \nu) m_T R_T L \rho_T \rho_r \rho_\psi \sin(\delta_W - \delta_T - \delta_\psi - \varepsilon) + \\ & \left. + m_T R_T L \rho_T \rho_r \rho_\psi \nu (\omega_a + \nu) \sin(\delta_W - \delta_T + \delta_\psi - \delta_\phi - \varepsilon) \right] + \\ & + \frac{4P_0 i \omega_a^2}{HBR} \nu^2 \rho_\phi \left[(J_n^2 \rho_\tau^2 + m_T^2 R_T^2 L^2 \rho_T^2) \cos \varepsilon + \pi J_n^2 \rho_r \rho_\tau \cos(\delta_V - \delta_W - \varepsilon) + \right. \\ & + J_n \rho_\tau m_T R_T L \rho_T \cos(\delta_V - \delta_T - \varepsilon) + J_n \rho_\tau m_T R_T L \rho_T \cos(\delta_T - \delta_V - \varepsilon) + \\ & \left. + \pi J_n \rho_r m_T R_T L \rho_T \cos(\delta_T - \delta_W - \varepsilon) \right] - \frac{1}{k^2} a J_n^2 \rho_r^2 \frac{2P_0^2 \omega_a^2}{H^2 R^2} \nu^2 \rho_\psi + \\ & + \frac{a}{2k^2} \nu^2 \rho_\phi \rho_\theta \cos(\delta_\theta - \delta_\phi) - \frac{\nu^2}{2k^2} \rho_\theta \rho_\phi \left[\cos(\delta_\theta - \delta_\phi) - \sin(\delta_\theta - \delta_\phi) \right]. \end{aligned} \quad (3)$$

За асинхронної хитавиці основи вираз (3) дещо спрощується. Зсув нуля приладу визначається негативним впливом проникаючого акустичного випромінювання і кінематичного:

$$\begin{aligned} \beta_2^{(0)} = & \frac{1}{k^2} \left[(n^2 - \nu^2)^2 + 4h^2 \nu^2 \right]^{\frac{1}{2}} \left[\frac{2P_0 i \omega_a J_n}{BR} \nu^2 \rho_\psi^2 \rho_r^2 \sin \varepsilon - \frac{2P_0 \omega_a^3}{HBR} (J_n^2 \rho_\tau^2 + \pi^2 J_n^2 \rho_r^2 + \right. \\ & \left. + m_T^2 R_T^2 L^2 \rho_T^2) \nu \rho_\phi \sin \varepsilon + \frac{4P_0 i \omega_a^2}{HBR} (J_n^2 \rho_\tau^2 + m_T^2 R_T^2 L^2 \rho_T^2) \nu^2 \rho_\phi \cos \varepsilon \right] - \\ & - \frac{1}{k^2} \left[(n^2 - \nu^2)^2 + 4h^2 \nu^2 \right]^{\frac{1}{2}} \frac{H}{2B} \left[-\frac{1}{2} \nu^2 q^2 \rho_\phi^2 + \frac{P_0^2 \omega_a^4}{H^2 B^2 R^2} \nu^2 \rho_\phi (J_n^2 \rho_\tau^2 + \pi^2 J_n^2 \rho_r^2 + m_T^2 R_T^2 L^2 \rho_T^2) \right] - \\ & - \frac{4P_0^2 \omega_a^2 J_n^2}{B^2 R^2} \rho_r^2 \nu^2 \rho_\psi^2 - \frac{P_0^2 \omega_a^2}{2H^2 B^2 R^2} \nu^4 \rho_\phi (J_n^2 \rho_\tau^2 + m_T^2 R_T^2 L^2 \rho_T^2) \left. \right] - \\ & - \frac{1}{k^2} a J_n^2 \rho_r^2 \frac{2P_0^2 \omega_a^2}{H^2 R^2} \nu^2 \rho_\psi^2. \end{aligned} \quad (4)$$

Похибка у вимірах кутової швидкості внаслідок зсуву нуля $\beta_2^{(0)}$ може бути обчислена за формулою:

$$\Delta\omega \approx \frac{P_0^2 \omega_a^4 B^2}{H^3 R R_T^2 \beta_2^{(0)}} \left\{ J_n \left[\rho_r \cos(\omega_a t + \delta_V) + \pi \rho_r \cos(\omega_a t + \delta_W) \right] + m_T R_T L \rho_T \cos(\omega_a t + \delta_T) \right\}. \quad (5)$$

Аналіз показує, що за рівності частот акустичного навантаження і кутового руху основи, тобто за умови $\omega_a = v$, зсув нуля зменшується на величину:

$$\frac{1}{k^2} \left[(n^2 - v^2)^2 + 4h^2 v^2 \right]^{\frac{1}{2}} \cdot \frac{2P_0 i \omega_a J_n}{BR} \left[J_n \rho_r \rho_\psi \rho_\tau \sin(\delta_W - \delta_V - \delta_\psi + \delta_\phi - \varepsilon) + \right. \\ \left. + v J_n \rho_r^2 \rho_\psi \sin(\delta_\phi - \delta_\psi - \varepsilon) + m_T R_T L \rho_T \rho_r \rho_\psi \sin(\delta_W - \delta_T - \delta_\psi - \varepsilon) \right], \quad (6)$$

але при цьому вдвічі збільшуються складові, що містять суму цих частот. За цих обставин важливою постає наявність рівності фаз коливань:

$$n^2 = k^2 + \omega_0 (r - r^a); \\ \delta_\psi - \delta_\phi \approx \varepsilon; \\ \delta_W - \delta_T + \delta_\psi - \delta_\phi \approx \varepsilon. \quad (7)$$

Якщо вони мають місце, то подвоювання цих доданків спостерігатися не буде, натомість за точної їх рівності вони навіть зовсім щезнуть. Крім того, другий вираз співвідношень (7) дозволяє додатково зменшити величину зсуву на

$$\frac{1}{k^2} \left[(n^2 - v^2)^2 + 4h^2 v^2 \right]^{\frac{1}{2}} \left(-\frac{1}{2} q \rho_\psi^2 \rho_\phi - v^2 \rho_\psi \right).$$

Той самий ефект спостерігається за наявності рівності:

$$\delta_\psi - \delta_\phi = \delta_W - \delta_T = \delta_V - \delta_W = \arctg \frac{2(h - h^a)v}{n^2 - v^2}. \quad (8)$$

Одночасне їх виконання суттєво зменшує величину зсуву нуля приладу. Тут δ_ψ та δ_ϕ – початкові фази кінематичного збудження; δ_W , δ_V та δ_T – початкові фази пружних коливань поверхні поплавка під дією пройдешньої хвилі.

Нарешті, якщо

$$\delta_V - \delta_W - \varepsilon = \delta_V - \delta_T - \varepsilon = \delta_T - \delta_W - \varepsilon = \frac{\pi}{2}, \quad (9)$$

то передостанній доданок буде налічувати тільки складову

$$\frac{4P_0 i \omega_a^2}{HBR} v^2 \rho_\phi \left(J_n^2 \rho_\tau^2 + m_T^2 R_T^2 L^2 \rho_T^2 \right) \cos \varepsilon.$$

Привертає увагу той факт, що умова (9) має тільки початкові фази акустичної вібрації, в той час як умови (7) і (8) – початкові фази пружних переміщень поверхні поплавка та низькочастотної хитавиці. До речі умова

$$\delta_\psi - \delta_\phi \approx \varepsilon,$$

що стосується тільки кінематичного збудження, зустрічається в двох випадках.

Якщо прийняти $P_0 = 0$, тобто вилучити із розгляду вплив акустичного випромінювання, отримаємо відому формулу для обчислення похибки $\beta_2^{(0)}$ двостепеневого гіроскопа за наявності хитавиці основи [7].

Висновки. Таким чином, аналітичний опис природи одночасної дії на підвісі поплавкового гіроскопа проникаючого акустичного випромінювання і кутової хитавиці об'єкта дає можливість уточнити механізм появи похибок вимірювань за натурних умов. Привабливим постає той факт, що, як окремий випадок отримані співвідношення дозволяють означити вплив на прилад тільки хитавиці й порівняти з відомими результатами. Математичні моделі, що одержані, надають можливість більш глибокого аналізу динаміки гіроскопа і окреслюють перспективні напрями синтезу оптимальної конструкції.

Мова йде про пасивні методи боротьби з виникненням хвильових процесів у підвісі. З одного боку, можна розглядати конструкторські рішення огорожувальних екранів (наприклад перфорованих), з другого – проаналізувати можливість і доцільність зміни геометрії рухомої частини підвісу, переходячи до оболонки обертання с ненульовою Гаусовою кривизною. Це надає можливість узагальнення рекомендацій з боротьби з цим явищем і на інші елементи конструкції.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Mel'nik V.N., Karachun V.V. Some aspects of the gyroscopic stabilization in acoustic fields // Int. Appl. Mech. – 2002. – 38. – № 1. – P. 74–80.
2. Koshljakov V.N., Karachun V.V., Mel'nik V.N., Saverchenko V.G., Balanin V., Kh. The some aspects of flight safety in conditions penetrate acoustic radiation. The world Congress “Aviation in the XXI-st Century”. September, 14–16, 2003; Kyiv, Ukraine, National Aviation University, Kyiv, Ukraine. – P. 2.37–2.40.
3. Potapova E.R., Karachun V.V., Mel'nik V.N. Problems of Acoustic Elasticity of Carriers Board. Equipment. The Fifth Chino-Russian-Ukrain symposium on space science and technology Held Jointly with the first international Forum on astronautics and aeronautics. 2000. Harbin In-t of technology, P.R. China. – P. 350–355.
4. Автокомпенсация инструментальных погрешностей гиросистем / С.М. Зельдович, М.И. Малтинский, И.М. Окон, Я.Г. Остроумов / Под ред. С.С. Ривкина. – Л.: Судостроение, 1976. – 255 с.
5. Ривкин С.С. Теория гироскопических устройств. – Ч. I, II. – Л.: Судостроение, 1964.
6. Карачун В.В., Лозовик В.Г., Мельник В.Н. Дифракция звуковых волн на подвесе гироскопа. – К.: Корнейчук, 2000. – 176 с.
7. Луниц Я.Л. Ошибки гироскопических приборов. – Л.: Судостроение, 1968. – 232 с.

МЕЛЬНИК Вікторія Миколаївна – кандидат технічних наук, доцент кафедри біотехніки та інженерії Національного технічного університету України “КПІ”.

Наукові інтереси:

– динаміка приладів та систем інерціальної навігації.

КАРАЧУН Володимир Володимирович – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри біотехніки та інженерії Національного технічного університету України “КПІ”.

Наукові інтереси:

– динаміка бортової апаратури.

Подано 12.03.05

Мельник В.М., Карачун В.В. Природа виникнення похибок поплавкового гіроскопа за натурних умов.

Мельник В.Н., Карачун В.В. Природа виникнення помилок поплавкового гіроскопа в натурних умовах.

Mel'nik V.N., Karachun V.V. The nature of originating of errors of a floated-type gyroscope in natural condition.

УДК 629.7.054

Природа виникнення похибок поплавкового гіроскопа за натурних умов / В.М. Мельник, В.В. Карачун.

Уточнено зміст та природу похибок чутливих елементів гіростабілізованої платформи за натурних умов і проаналізовано їх структуру.

Ключові слова: гіростабілізована платформа, проникаюче акустичне випромінювання, кутовий рух основи, додаткові похибки.

УДК 629.7.054

Природа виникнення помилок поплавкового гіроскопа в натурних умовах / В.Н. Мельник, В.В. Карачун.

Уточнено содержание и природа погрешностей чувствительных элементов гиросtabilизированной платформы в натурных условиях и проанализирована их структура.

Ключевые слова: гиросtabilизированная платформа, проникающее акустическое излучение, угловое движение основания, дополнительные погрешности.

УДК 629.7.054

The nature of originating of errors of a floated-type gyroscope in natural condition / V.N. Mel'nik, V.V. Karachun.

The contents and nature of errors of countermeasure feelers of a gyro-stabilized gantry in full-scale conditions is updated and their frame is parsed.

Key words: gyro-stabilized gantry, inpouring acoustic radiation, attitude of the basis, variation of the mean errors.