УДК 681.513;62.505;621.9.04
DOI https://doi.org/10.32782/2663-5941/2024.5.1/22

Зозуля В.А.
Державний торговельно-економічний університет

Осадчий С.І.
Льотна академія Національного авіаційного університету

АЛГОРИТМИ ЗВЕДЕННЯ ОДНОКОНТУРНОЇ БАГАТОВИМІРНОЇ СЛІДКУВАЛЬНОЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ДО ЕКВІВАЛЕНТНИХ СИСТЕМ СТАБІЛІЗАЦІЇ

У статті розглянуто платформи Стюарта, як об'єкт керування. Визначено, що актуальна задача максимізація точності виконання програмного руху робочої поверхні платформи Стюарта, яка потребує вирішення декількох складних задач дослідження динамічних об'єктів. Для істотного спрощення розв'язання задач аналізу і синтезу складних динамічних систем, таких як систем керування рухом робочої поверхні платформи Стюарта в статті пропонується алгоритм приведення структурної схеми багатовимірної слідкувальної системи до структурної схеми багатовимірної системи стабілізації. Розробка такого алгоритму є метою даної роботи. Цей алгоритм побудований на основі загального алгоритму зведення слідкувальних систем до еквівалентних систем стабілізації з урахуванням правил перетворення структурних схем та лінійних систем. Алгоритм розроблено для перетворення багатовимірної одноконтурної слідкувальної системи з корекцією по збуренню чи ні. Визначенні похибки та функціонал критерію якості слідкуючої системі з корекцією по збуренню або без неї. Також зазначено, що важливу роль мають поліноміальні вагові матриці обмеження дисперсії сигналу керування та дисперсії помилки, визначення яких полягає у тому, щоб за відомими особливостями динаміки об'єкта стабілізації та фізичним змістом компонентів векторів його вихідних координат і сигналів керування встановити нормативні значення шуканих матриць та визначити зв'язок між ними. Таким чином результат цієї роботи є розробка методики та алгоритму структурного перетворення схеми багатовимірної слідкувальної системи керування рухом робочої поверхні платформи Стюарта до схеми системи стабілізації для подальшого дослідження синтезу та якості даної системи. Обґрунтована в роботі методика та алгоритм дозволяють в подальшому запропонувати інформаційну технологію аналітичного конструювання оптимальної багатовимірної слідкуючої системи керування рухом РП платформи Стюарта при випадкових впливах, яка включає виконання ряду взаємозалежних операцій.

Ключові слова: *слідкувальна система, система стабілізації, функціонал критерію якості, платформа Стюарта.*

Постановка проблеми. Особливий інтерес представляє конструкції просторових механізмів з паралельною структурою, які в перші з'явилися в 50-х – 60-х роках XX століття в роботах Стюарта і Гауфа [1, 2]. Надалі «платформою Стюарта» стали називати конструкцію, яка має шість однотипних кінематичних ланцюгів (штанг), при цьому програмно регулюючи їх довжину, можна керувати положенням вихідної ланки: переміщати її у вертикальному і горизонтальному напрямках, повертати в трьох площинах. Така платформа, має шість ступенів вільності: три поступальні і три обертальні.

В дослідженні [3], аналізу структурних схем систем керування рухом робочої поверхні (РП) платформи Стюарта при використання її для вирішення різних видів технологічних завдань: позиціювання, стабілізації, тренажеру рухів мобільних об'єктів та ін. [4] і з урахуванням положень теорії автоматичного керування встановлено, що незалежно від сфери застосування усі системи керування рухом РП платформи Стюарта можуть бути класифіковані як багатовимірні одноконтурні слідкувальні системи з корекцією по збуренню чи ні.

Для складного багатовимірного об'єкта керування, такого як платформа Стюарта, актуальна задача максимізація точності виконання програмного руху. Як відомо з монографії [5], така задача вимагає вирішення цілої низки проблемних питань створення оптимальної системи керування.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Вивчення результатів досліджень, які наведені у джерелах [5, 6], дозволило визначити концепцію аналітичного конструювання оптимальної системи керування рухом РП платформи Стюарта. Зазначена концепція полягає у приведенні структурної схеми багатовимірної слідкувальної системи до структурної схеми багатовимірної системи стабілізації та подальшого використання технології синтезу, представленої у [7].

В роботі [5] запропоновано загальний алгоритми зведення слідкувальних систем до еквівалентних систем стабілізації з урахуванням правил перетворення структурних схем та лінійних систем [8]. Таке зведення формалізує і істотно спрощує розв'язання задач аналізу і синтезу складних динамічних систем, таких як систем керування рухом РП платформи Стюарта.

Постановка завдання. Метою статті є розробка алгоритму структурного перетворення схеми багатовимірної слідкувальної системи керування рухом РП платформи Стюарта до схеми системи стабілізації для подальшого дослідження синтезу та якості даної системи.

Виклад основного матеріалу. В роботі [9] запропоновано структурна схема одноконтурної багатовимірної слідкувальної системи керування рухом РП платформи Стюарта, як показано на рисунку 1, з відповідними позначення та термінами.

Маємо x_1 – n-мірний вектор вихідних координат об'єкта керування, платформи Стюарта; P_0 – поліноміальна матриця розмірності $n×n$, яка характеризує динаміку об'єкта керування; u – m-мірний вектор сигналів керування; M_0 – поліноміальна матриця розмірності $n×m$, яка визначає чутливість об'єкта до зміни сигналів керування; ψ_{ob} – n-мірний вектор стаціонарних випадкових збурень в об'єкті керування з нульовим математичним очікуванням; динаміка частин регулятора, розташованих у ланцюгу завдання програмного сигналу, в зворотному зв'язку до об'єкта та в ланцюзі об'єкта керування, описується матрицями передатних функцій W_2, W_1 та W_3 які мають розмірності $m×n$. Будемо вважати також, що вектор вихідних координат x1 вимірюється повністю за допомогою системи неідеальних датчиків, динаміка яких визначається матрицею передавальних функцій K_1. На виході вимірників діє n-мірний вектор зосереджених стаціонарних випадкових шумів r_1. На вхід системи подається n-вимірний вектор програмного сигналу руху r_0, задатчик програмного сигналу описується матрицею передатних функцій $К_2$ розміром $n×n$, стаціонарні випадкові шуми програмного сигналу характеризуються n-вимірний вектором φ_r.

У випадку коли виконується корекція по збуренню додається ланцюг коректуючого зв'язку по збуренню, на рисунку 1 позначені штриховими лініями, в якому вектор збурення ψ_{ob} надходить на вимірювач динаміка якого визначається матрицею передавальних функцій L_1 розміром $n×n$. На виході вимірювач L_1 формується n-вимірний вектор корекції по збуренню програмного сигналу руху y_1 з стаціонарним випадковим шумом φ_L розміром $n×n$. Вектор корекції по збуренню програмного сигналу руху y_1 надходить до частини регулятора W_0 передаточної функції W_4, розміром $m×n$, яка формує керуючий сигнал u_L.

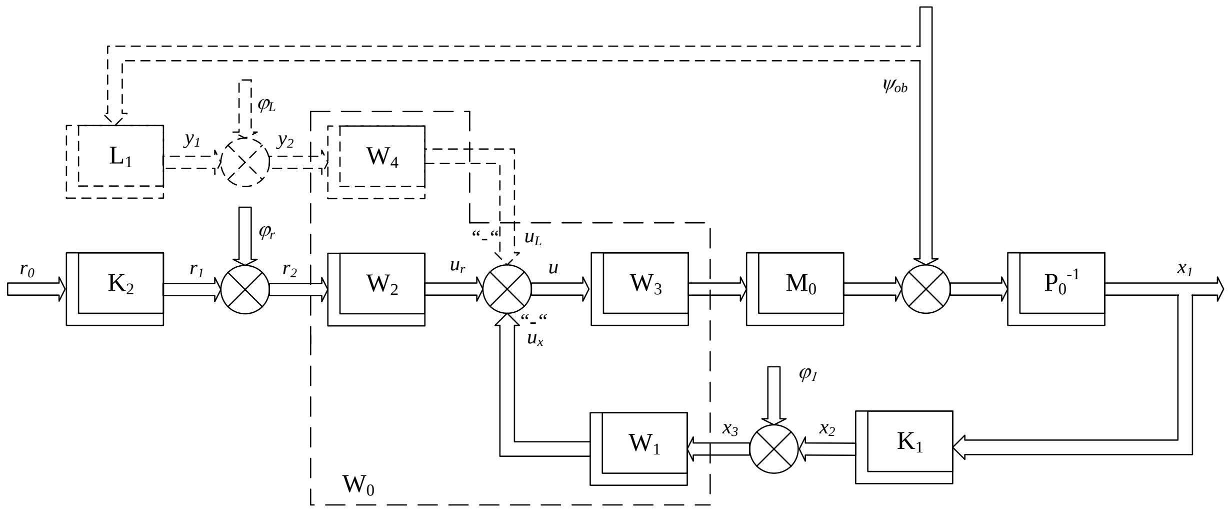

Рис. 1. Структурна схема одноконтурної багатовимірної слідкувальної системи керування

Рух об'єкта керування згідно рисунку 1, описується рівнянням вигляду:

$$P_0 x_1 = M_0 u + \psi_{ob} . \qquad (1)$$

Для системи слідкування введено фіктивну величенну z=r0, тому можемо записати наступну систему рівнянь:

$$\begin{cases} P_0 x_1 = M_0 u + \psi_{ob} \\ E_n z = O_n + r_0 \end{cases}, \qquad (2)$$

де E_n – одинична матриця розміру $n \times n$; O_n – нульова матриця розміру n×n.

Запишемо систему рівнянь (2) в векторно-матричній формі:

$$\begin{bmatrix} P_0 & O_n \\ O_n & E_n \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} M_0 \\ O_{n \times m} \end{bmatrix} u + \begin{bmatrix} \psi_{ob} \\ r_0 \end{bmatrix} .$$

Введемо позначення:

$$P_1 = \begin{bmatrix} P_0 & O_n \\ O_n & E_n \end{bmatrix},\ x_r = \begin{bmatrix} x_1 \\ z \end{bmatrix},\ M_1 = \begin{bmatrix} M_0 \\ O_{n \times m} \end{bmatrix}, \psi_r = \begin{bmatrix} \psi_{ob} \\ r_0 \end{bmatrix}, \qquad (3)$$

де P_1 – розширена поліноміальна матриця розмірності n×n, яка характеризує динаміку об'єкта керування; x_r – розширений вектор реакцій; M_1 – розширена поліноміальна матриця розмірності $n \times m$, яка визначає чутливість об'єкта до зміни сигналів керування; ψ_r – розширений вектор стаціонарних випадкових збурень в об'єкті керування.

Враховуючи позначення (3), рівняння (1), можна записати так:

$$P_1 x_r = M_1 u + \psi_r . \qquad (4)$$

Тобто на вході такого об'єкта керування діє два вектори керуючої та зовнішньої дії, останній складається з вектору програмного сигналу та збурення.

Як видно з рисунка 1, на входах вимірювачів K_1 та K_2 діють вектор вихідних координат об'єкта керування x_1 та вектор програмного сигналу руху r_0, відповідно, а на виході вимірювачів K_1 та K_2 отримують вектори x_2 та r_1. Тоді можна записати наступне рівняння:

$$\begin{bmatrix} x_2 \\ r_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} K_1 & 0 \\ 0 & K_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ z \end{bmatrix}, \qquad (5)$$

введемо позначення:

$$x_{r_0} = \begin{bmatrix} x_2 \\ r_1 \end{bmatrix},\ K_0 = \begin{bmatrix} K_1 & 0 \\ 0 & K_2 \end{bmatrix}. \qquad (6)$$

Вимірювачі K_1 та K_2 мають похибки φ_1 та φ_r, що представляють собою багатовимірні випадкові стаціонарні центровані процеси з відомими матрицями спектральних і взаємних спектральних щільностей. Як видно з рисунка 1, на вході регулятора W_0 діють вектори x_3 та r_2, на підставі цього можна записати наступне рівняння:

$$\begin{bmatrix} x_3 \\ r_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_2 \\ r_1 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \phi_1 \\ \phi_r \end{bmatrix}, \qquad (7)$$

введемо позначення:

$$\phi_0 = \begin{bmatrix} \phi_1 \\ \phi_r \end{bmatrix}. \qquad (8)$$

З врахуванням рівняння (5) та позначень (3), (6), (8) отримуємо:

$$\begin{bmatrix} x_3 \\ r_2 \end{bmatrix} = K_0 x_r + \phi_0 .$$

Рівняння сигналу керування u можна визначити, як:

$$u = W_3 \left(-W_1 x_3 + W_2 r_2 \right) ,$$

а в матричній формі

$$u = W_3 \left[-W_1 \quad W_2 \right] \begin{bmatrix} x_3 \\ r_2 \end{bmatrix},$$

де $W_0 = W_3 \left[-W_1 \quad W_2 \right]$ – передаточна функція регулятора одноконтурної слідкуючої системи.

Тоді маємо

$$u = W_0 \left(K_0 x_r + \phi_0 \right) . \qquad (9)$$

Таким чином, отримані вирази узагальнених об'єктів (4) і регулятора (9) описують еквівалентну систему стабілізації, показану на рисунку 2, для якої відомий [7] загальний алгоритм оптимального синтезу.

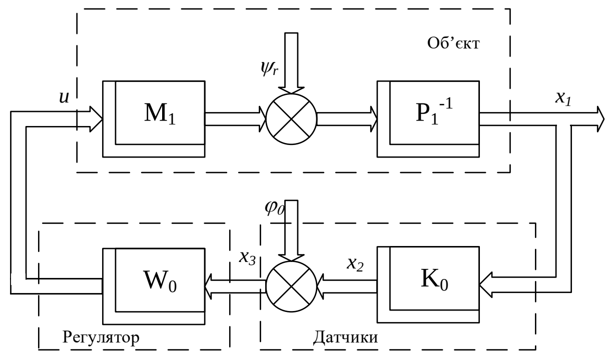

Рис. 2. Структурна схема багатовимірної системи стабілізації

Матриця передавальних функцій розширеного вимірювача K_0 визначається згідно виразу (6), розширений вектор реакцій x_r визначається згідно виразу (3) та розширений вектор похибки вимірювачів φ_0 визначається згідно виразу (8).

Бажане перетворення програмного сигналу характеризують матрицею переданих функцій Ф, тоді можна записати вираз:

$$x_1 = \Phi r_0 ,$$

а різниця між програмним сигналом та сигналом вихідних координат об'єкта керування буде похибка слідкуючої системі:

$$\varepsilon = x_1 - \Phi r_0 . \qquad (10)$$

З врахуванням визначення (3) запишемо рівняння (10) в векторно-матричній формі:

$$\varepsilon = E_n x_1 - \Phi z = \begin{bmatrix} E_n & -\Phi \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ r_0 \end{bmatrix}, \qquad (11)$$

та значення транспонованої похибки дорівнює:

$$\varepsilon^{/} = \begin{bmatrix} x_1 & z \end{bmatrix} \begin{bmatrix} E_n \\ -\Phi_* \end{bmatrix}. \qquad (12)$$

Тоді на підставі визначення (11), (12) функціонал критерію якості системи стабілізації для одноконтурної слідкуючої системі набуває вигляду

$$e_1 = \left\langle \varepsilon^{/} R \varepsilon \right\rangle + \left\langle u^{/} C u \right\rangle , \qquad (13)$$

де "<>" – знак математичного очікування; "/" – знак транспонування [10]; R – додатно визначена поліноміальна вагова матриця розміру $n\times n$, яка визначає вплив дисперсії помилки на значення критерію e_1; C – невід'ємно визначена поліноміальна вагова матриця розміру $m\times m$, яка обмежує дисперсію сигналу керування u. Задача визначення елементів матриць вагових коефіцієнтів R та C, детально викладено в роботах [5], і полягає у тому, щоб за відомими особливостями динаміки об'єкта стабілізації та фізичним змістом компонентів векторів його вихідних координат x і сигналів керування u встановити нормативні значення шуканих матриць R^o, C^o та визначити зв'язок між ними та R, C.

Підставивши визначення (5), (11) та (12) в критерій якості (13) отримаємо:

$$e_1 = \left\langle x_{r0}^{/} \left(K_0^{-1}\right)^{/} \begin{bmatrix} E_n \\ -\Phi_* \end{bmatrix} R \begin{bmatrix} E_n & -\Phi \end{bmatrix} \left(K_0^{-1}\right) x_{r0} \right\rangle + \left\langle u^{/} C u \right\rangle . \qquad (14)$$

З врахуванням визначення (3), (6) та рівняння (5), вираз (14) перетворюється на рівняння

$$e_1 = \left\langle x_r^{/} R_1 x_r \right\rangle + \left\langle u^{/} C u \right\rangle ,$$

де R1 дорівнює:

$$R_1 = \begin{bmatrix} R \\ -\Phi_* R \end{bmatrix} \begin{bmatrix} E_n & -\Phi \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R & -R\Phi \\ -\Phi_* R & \Phi_* R \Phi \end{bmatrix}. \qquad (15)$$

На відміну від системи стабілізації де R є коефіцієнтом, в слідкуючої системі R_1 дорівнює матриці 2х2.

У випадку з корекцією по збуренню, ланцюг на рисунку 1 позначено штриховими лініями, система рівнянь (2) доповнюється рівнянням:

$$E_n c = O_n + L_1 \psi_{ob} , \qquad (16)$$

де $c = y_1 = L_1 \psi_{ob}$.

Тоді запишемо нову систему рівнянь в векторно-матричній формі:

$$\begin{bmatrix} P_0 & O_n & O_n \\ O_n & E_n & O_n \\ O_n & O_n & E_n \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ z \\ c \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} M_0 \\ O_{n\times m} \\ O_{n\times m} \end{bmatrix} u + \begin{bmatrix} \psi_{ob} \\ r_0 \\ L_1 \psi_{ob} \end{bmatrix}.$$

Введемо позначення:

$$P_{10} = \begin{bmatrix} P_0 & O_n & O_n \\ O_n & E_n & O_n \\ O_n & O_n & E_n \end{bmatrix}, x_L = \begin{bmatrix} x_1 \\ z \\ c \end{bmatrix}, \ M_{10} = \begin{bmatrix} M_0 \\ O_{n\times m} \\ O_{n\times m} \end{bmatrix},$$

$$\psi_L = \begin{bmatrix} \psi_{ob} \\ r_0 \\ L_1 \psi_{ob} \end{bmatrix} \qquad (17)$$

де P_{10} – розширена поліноміальна матриця розмірності $n\times n$, яка характеризує динаміку об'єкта керування; x_L – розширений вектор реакцій; M_{10} – розширена поліноміальна матриця розмірності $n\times m$, яка визначає чутливість об'єкта до зміни сигналів керування; ψ_L – розширений вектор стаціонарних випадкових збурень в об'єкті керування.

Враховуючи позначення (17), рівняння (1), можна записати так:

$$P_{10} x_L = M_{10} u + \psi_L . \qquad (18)$$

По аналогії з рівнянням (5) можна записати наступне рівняння:

$$\begin{bmatrix} x_2 \\ r_1 \\ y_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} K_1 & O_n & O_n \\ O_n & K_2 & O_n \\ O_n & O_n & L_1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ z \\ c \end{bmatrix}, \qquad (19)$$

введемо позначення:

$$x_{L_0} = \begin{bmatrix} x_2 \\ r_1 \\ y_1 \end{bmatrix}, \ K_{10} = \begin{bmatrix} K_1 & O_n & O_n \\ O_n & K_2 & O_n \\ O_n & O_n & L_1 \end{bmatrix}. \qquad (20)$$

Вимірювачі K_1, K_2 та L_1 мають похибки φ_1, φ_r та φ_L, що представляють собою багатовимірні випадкові стаціонарні центровані процеси з відомими матрицями спектральних і взаємних спектральних щільностей. По аналогії з рівнянням (7), можна записати наступне рівняння:

$$\begin{bmatrix} x_3 \\ r_2 \\ y_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_2 \\ r_1 \\ y_1 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \phi_1 \\ \phi_r \\ \phi_L \end{bmatrix}, \qquad (21)$$

введемо позначення:

$$\phi_{10} = \begin{bmatrix} \phi_1 \\ \phi_r \\ \phi_L \end{bmatrix}. \qquad (22)$$

З врахуванням рівняння (19) та позначень (17), (20), (22) отримуємо:

$$\begin{bmatrix} x_3 \\ r_2 \\ y_2 \end{bmatrix} = K_{10} x_L + \phi_{10} .$$

Рівняння сигналу керування *u* можна визначити, як:

$$u = W_3 \left(-W_1 x_3 + W_2 r_2 - W_4 y_2 \right),$$

а в матричній формі

$$u = W_3 \left[-W_1 \quad W_2 \quad -W_4 \right] \begin{bmatrix} x_3 \\ r_2 \\ y_2 \end{bmatrix},$$

де $W_0 = W_3 \left[-W_1 \quad W_2 \quad -W_4 \right]$ – передаточна функція регулятора одноконтурної багатовимірної слідкувальної системи керування з корекцією по збуренню.

Тоді маємо

$$u = W_0 \left(K_{10} x_L + \phi_{10} \right) . \qquad (23)$$

Таким чином, одноконтурної слідкувальна система з корекцією по збуренню еквівалентна за структурою рівняннями об'єкта (18) та регулятора (23) системі стабілізації, яка зображена на рисунку 2.

Функціонал критерію якості для одноконтурної слідкуючої системі з корекцією по збуренню визначається аналогічно, як для одноконтурної слідкуючої системі. Різниця між програмним сигналом та сигналом вихідних координат об'єкта керування буде похибка слідкуючої системі:

$$\varepsilon = x_L - \Phi r_0 . \qquad (24)$$

З врахуванням визначення (17) за пишемо рівняння (24) в векторно-матричній формі:

$$\varepsilon = \left[E_n \quad -\Phi \quad O_n \right] \begin{bmatrix} x_1 \\ z \\ c \end{bmatrix}, \qquad (25)$$

та значення транспонованої похибки дорівнює:

$$\varepsilon' = \left[x_1 \quad z \quad c \right] \begin{bmatrix} E_n \\ -\Phi_* \\ O_n \end{bmatrix}, \qquad (26)$$

тоді згідно рівняння (13) та (19), визначення (20), (25), (26) можна записати:

$$e_{10} = \left\langle x'_{L_0} \left(K_{10}^{-1} \right)' \begin{bmatrix} E_n \\ -\Phi_* \\ O_n \end{bmatrix} R \left[E_n \quad -\Phi \quad O_n \right] K_{10}^{-1} x_{L_0} \right\rangle + \left\langle u' C u \right\rangle, \qquad (27)$$

З врахуванням визначення (17), (20) та рівняння (19), вираз (27) перетворюється на рівняння

$$e_{10} = \left\langle x'_L R_{10} x_L \right\rangle + \left\langle u' C u \right\rangle,$$

де R_{10} дорівнює:

$$R_{10} = \begin{bmatrix} R \\ -\Phi_* R \\ O_n \end{bmatrix} \left[E_n \quad -\Phi \quad O_n \right] = \begin{bmatrix} R & -R\Phi & O_n \\ -\Phi_* R & \Phi_* R \Phi & O_n \\ O_n & O_n & O_n \end{bmatrix}.$$

На відміну від системи стабілізації де *R* є коефіцієнтом, в слідкуючої системі з корекцією по збуренню R_{10} дорівнює матриці 3x3.

Висновки. Для системи, що розглядаються в даній роботі, складено алгоритми зведення одноконтурних слідкувальних систем до еквівалентних систем стабілізації. Таке зведення формалізує і істотно спрощує розв'язання задач аналізу і синтезу складних динамічних систем, таких як систем керування рухом РП платформи Стюарта. При цьому, на відміну від системи стабілізації де додатно визначена поліноміальна вагова матриця R, яка визначає вплив дисперсії помилки на значення функціоналу критерію якості системи є матриця розмірності $n \times n$, в слідкуючої системі дорівнює матриці розмірності $2n \times 2n$.

Таким чином, розроблено нові алгоритм та процедура, які дозволяють поширити методи вирішення задач дослідження систем стабілізації у частотній області на випадок дослідження оптимальних одноконтурних системи слідкування та системи слідкування з введенням корекції по збуренню.

Обґрунтовані вище методика та алгоритм дозволяють в подальшому запропонувати інформаційну технологію аналітичного конструювання оптимальної багатовимірної слідкуючої системи керування рухом РП платформи Стюарта при випадкових впливах, яка включає виконання ряду взаємозалежних операцій.

Список літератури:

1. Stewart D. A platform with 6 degrees of freedom. Proc. of the Institution of mechanical engineers, 180 (Part 1, 15), 1965. P. 371–386.
2. Gough, V.E. and Whitehall, S.G., Universal tyre test machine. Proceedings of the FISITA Ninth International Technical Congress. 1962. May. P. 117–137.
3. Hamid D. Taghirad. Parallel Robots. Mechanics and Control. CRC Press; 1 edition, by Taylor & Francis Group, 2013, 533 p.
4. Merlet J.-P. Parallel Robots. Springer, 2nd edition, 2006. 394 p.

5. Блохін Л.М., Буриченко М.Ю., Білак Н.В., [та ін.]. Статистична динаміка систем управління: підручник. К.: НАУ. 2014. 300 с.

6. Александров Є.Є. Автоматичне керування рухомими об'єктами і технологічними процесами: Навч. посібник: у 4 т. Т. 2:Автоматичне керування рухом літальних апаратів/ Є.Є. Александров, Е.П. Козлов, Б.І. Кузнєцов; за заг.ред. Є.Є. Алаксандрова – Харків: НТУ"ХПІ", 2006. 528 с.

7. Osadchiy S.I., Zozulya V.A. Combined method for the synthesis of optimal stabilization systems of multidimensional moving objects under stationary random impacts. Automation and Information Sciences. 2013. Vol. 45, Issue 6. P. 25–35.

8. Kvakernaak H., Sivan R. Linear optimal control systems. New York: John Wiley & Son Inc., 1972. 575 p.

9. Зозуля В.А., Осадчий С.І. Огляд методів побудови систем керування механізмом паралельної кінематичної структури на основі платформи Стюарта (гексапод). Автоматизація технологічних і бізнес-процесів. 2019. Т.11 № 3. С. 23–31.

10. Horn R. A., Johnson C. R. Matrix Analysis. Cambridge University Press (2nd ed.), 2012. 643 p. DOI: 10.1017/CBO9781139020411.

Zozulia V.A., Osadchiy S.I. ALGORITHMS FOR REDUCING A SINGLE-LOOP MULTIDIMENSIONAL TRACKING CONTROL SYSTEM TO EQUIVALENT STABILIZATION SYSTEMS

The article considers Stewart platforms as a control object. It is determined that the actual task is to maximise the accuracy of the Stewart platform's working surface programmed movement, which requires solving several complex problems of studying dynamic objects. In order to significantly simplify the solution of the problems of analysis and synthesis of complex dynamic systems, such as control systems for the motion of the Stewart platform's working surface, the paper proposes an algorithm for reducing the structural diagram of a multidimensional tracking system to the structural diagram of a multidimensional stabilisation system. The development of such an algorithm is the aim of this paper. This algorithm is based on a general algorithm for reducing tracking systems to equivalent stabilisation systems, taking into account the rules for transforming structural diagrams and linear systems. The algorithm is designed to transform a multidimensional single-loop tracking system with or without disturbance correction. The error and the functionality of the quality criterion for a tracking system with or without perturbation correction are determined. Polynomial weighting matrices are important for limiting the variance of the control signal and the error. Their definition helps establish normative values for the required matrices. It also clarifies the relationship between them based on known characteristics of the dynamics of the stabilization object and the physical meaning of the components of the vectors for its output coordinates and control signals. The result of this work is the development of a methodology and algorithm for transforming the structure of a multidimensional tracking system. This system controls the motion of the working surface of the Stewart platform. The transformation will help in further studying the synthesis and quality of the stabilization system. The methodology and algorithm justified in this work allow us to further propose an information technology for the analytical design of an optimal multidimensional tracking system for controlling the motion of the Stewart platform's working surface under random influences, which includes the performance of a number of interdependent operations.

Key words: *tracking system, stabilization system, quality criterion functionality, Stewart platform.*