

УДК 681.51

Кучерук Н. В.

Київська державна академія водного транспорту імені гетьмана Петра Конашевича-Сагайдачного.
Україна, м. Київ

ОСОБЛИВОСТІ ПОБУДОВИ ІНВАРІАНТНИХ ВИМІРЮВАЛЬНИХ ПРИСТРОЇВ В АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМАХ УПРАВЛІННЯ СУДНОМ

В роботі розглядаються вимірювальні пристрої судових систем, що надають первинні дані для автоматизованих систем управління судном. Через те, що вимірювальні пристрої мають похибки, які пов'язані з умовами функціонування судових систем та впливом середовища, то вони потребують корекції. Тому в статті розкриваються особливості побудови інваріантних вимірювальних пристроїв в автоматизованих системах для оптимального вирішення задачі управління судном.

Ключові слова: вимірювальний пристрій; інваріантність; вплив; коефіцієнти.

Постановка проблеми у загальному вигляді

Для ефективної роботи всіх судових систем і комплексів необхідно своєчасне і якісне вирішення поставленої задачі управління судном в різних умовах [1]. При цьому електротехнічний комплекс судна займає одне з важливих місць у судових системах від роботи якого залежить безпека і життєдіяльність судна як автономного об'єкта управління [2]. Тому основне навантаження щодо вироблення керуючого впливу здійснює автоматизовані системи управління судна [1-3]. Однак виникає необхідність оптимального управління судовими системами, яке пов'язано з вирішенням важливої суперечливою задачі: забезпечення безпеки судна і людей, що знаходяться на ньому при паралельній роботі різних енергосистем, із мінімальними економічними втратами при експлуатації судна. Тому необхідно приділити увагу автоматизованим системам управління, а також вимірювальним пристроям, які є джерелом даних для прийняття рішень.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Аналіз літературних джерел [2, 3, 4], показав що вимірювальні пристрої, які надають дані автоматизованим системам для прийняття рішень, мають похибки. Дані похибки пов'язані з різним характером (як внутрішнім так і зовнішнім впливом), який принципово не можливо усунути. Тому необхідно враховувати дані похибки при отриманні даних від вимірювальних пристроїв. Одним із підходів врахування похибок даних є створення вимірювальних пристроїв, які інваріантні по відношенню до різних впливів.

Мета статті

Тому метою роботи є розробка інваріантних вимірювальних пристроїв, що забезпечать отримання даних для прийняття оптимального рішення в автоматизованих системах управління судном.

Виклад основного матеріалу

Особливістю побудови сучасних систем на практиці є використання принципу двохканальності (багатоканальності), який дозволив створити різні розімкнуті інваріантні вимірювальні пристрої (ВП) з первинними вимірювальними перетворювачами (ПВП) не-електричних величин [1, 4, 5].

У цих ВП інваріантність по відношенню до m величин, що впливають на ПВП, реалізується як інваріантність після відношення до $n+1$ змінних коефіцієнтів рівняння перетворення ПВП

$$Y = f(x, \eta_1, \dots, \eta_m), \quad (1)$$

яке можна апроксимувати у вигляді ряду

$$Y = a_0 + a_1 x + a_2 x^2 + a_n x^n, \quad (2)$$

де x – вимірювана величина;

η_1, \dots, η_m – величини, що впливають на результати вимірювання;

a_0, \dots, a_n – змінні коефіцієнти, залежні від деяких або всіх величин, що діють як на ПВП, так і на об'єкт виміру (передбачається, що $m \gg n$).

Інваріантність у вказаних ВП досягається в результаті спільної обчислювальної обробки вихідного сигналу ПВП і деяких додаткових сигналів, функціонально залежних від змінних коефіцієнтів, з метою виключення останніх в ході обчислень.

$$X = \varphi(Y, a_1, \dots, a_n). \quad (11)$$

В цьому випадку структура ВП повинна визначатися характером ВП, за допомогою якого розв'язуються рівняння (10) і (11).

Перетворення координат. Для графічного зображення характеристики ПВП зазвичай використовують прямокутну систему координат x, y . Допустимо, що дія впливаючих величин наводить до повороту і зрушення характеристики в площині координат, а її деформацією, з точністю ϵ , можна знехтувати.

При цьому змінює характеристику ПВП

$$Y = f_2(x), \quad (12)$$

можна відобразити в новій системі координат, підібравши останню так, щоб нове рівняння характеристики відповідало результатам градування

$$Y = f_1(x), \quad (13)$$

Знаючи нове значення характеристики, можна однозначно визначити дійсне значення вимірюваної величини по поточному значенню вихідного сигналу ПВП. Для цього необхідно скористатися відомими виразами для перетворення координат

$$\begin{aligned} x &= x' + x_0; \\ y &= y' + y_0; \end{aligned} \quad (14)$$

$$\begin{aligned} x' &= x'' \cos \alpha + y'' \sin \alpha; \\ yx &= -x'' \sin \alpha + y'' \cos \alpha, \end{aligned} \quad (15)$$

де x_0 і y_0 – координати паралельного перенесення осей;

α – кут повороту осей координат.

Підставивши вирази (14) і (15) у відоме рівняння (13), отримуємо нове рівняння, відповідне перетвореній характеристиці ПВП (12)

$$Y = f_2(x, x_0, y_0, \alpha). \quad (16)$$

Для визначення значень x_0, y_0, α і необхідно мати три аналогічні незалежні рівняння, які відрізняються між собою поточними значеннями x і y . Це досягається введенням фіксованих значень параметра X_i , однорідного з вимірюваною величиною

$$\begin{aligned} Y_1 &= f_2(x, x_0, y_0, \alpha); \\ Y_2 &= f_2(x_2, x_0, y_0, \alpha); \\ Y_3 &= f_2(x_3, x_0, y_0, \alpha). \end{aligned} \quad (17)$$

Підставляючи в рівняння (16) поточне значення вихідної величини ПВП і значення x_0, y_0, α отримані з (17), можна визначити дійсне значення вимірюваної величини x .

Автоматична апроксимація рівняння ПВП. В цьому випадку при кожному вимірі розраховується нове визначення поточної характеристики ПВП, для чого рівняння перетворення останнього

виражається у вигляді статичного ряду до здобуття необхідного наближення.

Апроксимація виконується обчисленням коефіцієнтів ряду як деяких функцій від значення похідних або інтеграла рівняння ПВП з подальшим обчисленням значення x [5].

Для апроксимації необхідно мати одне зразкове значення параметра x_i , однорідного з вимірюваною величиною і n параметрів x_i , відповідно рівних

$$x_i = k_i \frac{x}{n}, \text{ при } i=2, \dots, n, \quad k=i-1.$$

Необхідну надмірність інформації у вигляді фізичних величин x_i, x_k, x_l потрібних для реалізації методу АВК, можна отримувати:

використовуючи додаткові сигнали від $n+1$ окремих компенсаційних ПВП, ідентичних працюючому ПВП;

ввівши в робочий ПВП фіксовані зсуви його характеристики;

ввівши змінні коефіцієнти передачі вимірюваної величини x на вхід ПВП;

використовуючи нелінійну залежність характеристики ПВП від параметрів живлення.

Оскільки реальні параметри x_i, x_k, x_l не можуть точно відповідати потрібним теоретично, а обчислювальні операції виконуються з деяким наближенням, метод АВК дозволяє реалізувати ВП з інваріантністю до ϵ .

Висновки по роботі

В роботі розглядаються особливості побудови ВП з яких можливо отримати дані для автоматизованих систем і можливо використати метод АВК. До переваг методу АВК відносяться універсальність алгоритмів обробки інформації, що дозволяє використовувати одне і те ж ВП для роботи в комплекті з ПВП різних фізичних величин, і простота використання методу в АСУ, коли первинну інформацію можна безпосередньо вводити від ПВП в ЕОМ без проміжної обробки.

Література

- [1] Вагущенко Л.Л. Системы автоматического управления движением судна // Л.Л. Вагущенко, Н.Н. Цымбал. – Одесса: Фенікс, 2007. – 328 с.
- [2] Константинов В.Н. Системы и устройства автоматизации судовых электроэнергетических установок / В. Н. Константинов. – Л.: Судостроение, 1988. – 312 с.
- [3] Березин С.Я. Системы автоматического управления движением судна по курсу / С.Я. Березин, Б.А.Тетюев. – Л.: Судостроение, 1990. – 256 с.

- [4] Баранов А. П. Судовые автоматизированные электроэнергетические системы / А.П. Баранов. – М.: Транспорт, 1988. – 328 с.
- [5] Методы робастного, нейро-нечеткого и адаптивного управления / Под ред. Н.Д. Егупова – М., МГТУ, 2002. – 744 с.
- [6] Важнов Д. И. Переходные процессы в машинах переменного тока / Д. И. Важнов. – Л.: Энергия, 1980. – 256 с.
- [7] Ким Д.П. Теория автоматического управления. Т. 2 Многомерные, нелинейные, оптимальные и адаптивные системы/Ким Д.П. – М.: Физматлит, 2004. – 464 с.

Kucheruk N.V.

Kyiv State Maritime Academy named after hetman Petro Konashevich-Sahaydachniy. Ukraine, Kyiv

PECULIARITIES OF INVARIANT MEASUREMENT SYSTEMS BUILDING IN AUTOMATED SHIP CONTROL SYSTEMS

This paper considers measurement devices of ship systems acquiring primary data for automated ship control systems. Due to the fact that measurement devices have errors caused by ship systems operation and environment impact, these errors should be eliminated. Therefore this article discloses peculiarities of invariant measurement systems creation for optimal ship control.

Keywords: measurement device; invariance; influence; coefficients.

References

- [1] Vagushhenko L. L. Sistemy avtomaticheskogo upravlenija dvizheniem sudna // L. L. Vagushhenko, N. N. Cymbal. – Odessa: Fenix, 2007. – 328 p.
- [2] Konstantinov V. N. Sistemy i ustrojstva avtomatizacii sudovyh jelektrojenergeticheskikh ustanovok / V. N. Konstantinov. – L.: Sudostroenie, 1988. – 312 p.
- [3] Berezin S. Ja. Sistemy avtomaticheskogo upravlenija dvizheniem sudna po kursu / S. Ja. Berezin, B. A. Tetjuev. – L.: Sudostroenie, 1990. – 256 p.
- [4] Baranov A. P. Sudovye avtomatizirovannye jelektrojenergeticheskie sistemy / A. P. Baranov. – М.: Transport, 1988. – 328 p.
- [5] Metody robastnogo, nejro-nechetkogo i adaptivnogo upravlenija / Pod red. N. D. Egupova – М., MGTU, 2002. – 744 p.
- [6] Vazhnov D. I. Perehodnye processy v mashinah peremennogo toka / D. I. Vazhnov. – L.: Jenergija, 1980. – 256 p.
- [7] Kim D. P. Teorija avtomaticheskogo upravlenija. T. 2 Mnogomernye, nelinejnye, optimal'nye i adaptivnye sistemy / Kim D. P. – М.: Fizmatlit, 2004. – 464 p.