

одно-, двух-, трех- и четырехшаговых разгонных и безразгонных алгоритмов и проводится сравнение их с аналогичными характеристиками точности алгоритмов, использующих измерение приращений квазиординат.

*Ключевые слова:* алгоритмы БИСО, характеристики точности, дрейф.

#### **Литература**

1. Бранец В. Н. Применение кватернионов в задачах ориентации твердого тела. [Текст] // В. Н. Бранец, И. П. Шмыглевский / – М.: Наука, 1973. – 320 с.
2. Панов А. П. Математические основы теории инерциальной ориентации. [Текст] // А. П. Панов. – Киев: Наукова думка, 1995. – 280 с.
3. Savage P. G. Strapdown Inertial Navigation Algorithm Design Part 1: Attitude Algorithms. – Journal of guidance, control, and dynamics. Vol. 21, № 1, january-february 1998.
4. Мураховский С. А. Результаты  $v$ -тестирования точности безразгонных алгоритмов бесплатформенных инерциальных систем ориентации /С.А. Мураховский, Ю.Ф. Лазарев, П. М. Аксененко // X Международная научно-техническая конференция "Гиротехнологии, навигация, управление движением и конструирование авиационно-космической техники". Сборник докладов. – К.: НТУУ "КПИ", 2015. – С. 475-482.

УДК 681.51

## **МЕТОД СИНТЕЗУ ІНВЕРСНОГО НЕЙРОЕМУЛЯТОРА ДЛЯ КЕРУВАННЯ НАВЕДЕННЯМ АНТЕНИ**

*Паламар М. І., Стрембіцький М. О.*

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя,  
м. Тернопіль, Україна*

*E-mail: [palamar.m.i@gmail.com](mailto:palamar.m.i@gmail.com), [muxa1101@yandex.ru](mailto:muxa1101@yandex.ru)*

Для забезпечення супроводу супутників дистанційного зондування Землі під час їх перебування в зоні видимості, що може тривати декілька десятків хвилин, механізм неведення антенної системи повинен забезпечувати високу швидкість та точність наведення. Важливу роль в цьому процесі відведено побудові та налаштуванні регулятора керування наведенням антенної системи.

Процес налаштування параметрів класичного ПД-регулятора потребує побудови детальної моделі системи керування антени, однак отримання такої моделі не завжди доступне. Інноваційним підходом є створення адаптивних регуляторів, на основі нейромережевих технологій.

При безпосередньому використанні лише значення помилки регулювання НМ не здатна забезпечити адекватну імітацію властивостей динамічної системи, тому для обмеження статичного відображення запропоновано подавати на вхід НМ задану позицію  $r$ , та встановлене кутове положення антени  $y$ . Для вирішення задачі запропоновано НМ Елмана, яка має глобальні та локальні зворотні зв'язки та до складу входить  $L$  шарів та  $N^l$  нейронів, тобто загалом отримуємо  $N_{\Sigma} = \sum_{l=1}^L N^l$  нейронів.

Для синтезу оптимального регулятора необхідно отримати цільовий вектор сигналу керування з виходу НМ  $u^*(t)$  за еталонним значенням виходу

керованого об'єкту  $y^*(t) \equiv r(t)$ . Такий вектор можна отримати внаслідок створення інверсної моделі функціонування об'єкта керування.

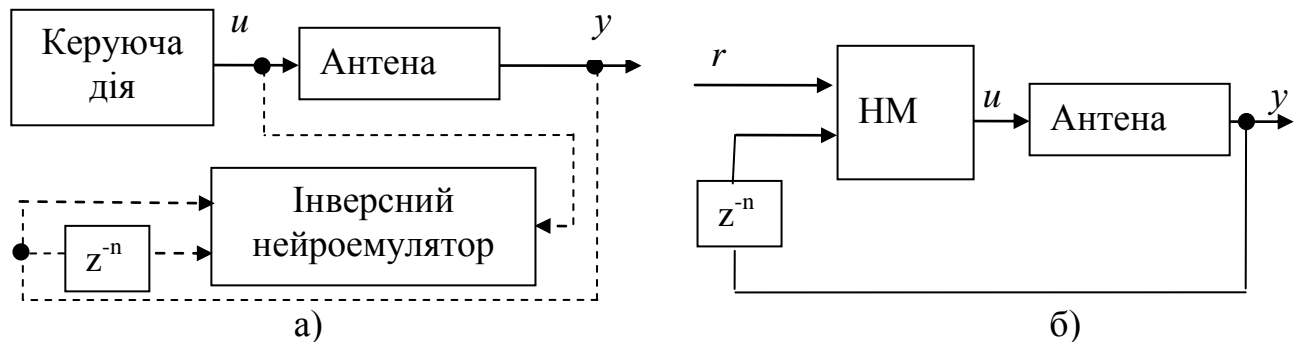


Рис. 1. Схема навчання інверсного нейроемулятора (а), контур керування (б)

Запропонована методика синтезу нейромережевого контролера керування антенною системою на основі НМ Елмана забезпечує меншу середньоквадратичну помилку керування наведенням антени в умовах дії різних збурюючих факторів.

*Ключові слова:* антенна система, зворотні зв'язки, інверсне керування, нейронна мережа.

УДК 681.51

## МЕТОД НАВІГАЦІЇ ТА КЕРУВАННЯ РУХОМ АВТОНОМНОГО МОБІЛЬНОГО РОБОТА

*Паламар М. І., Стрембіцький В. О., Стрембіцький М. О.  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя,  
м. Тернопіль, Україна  
E-mail: palamar.m.i@gmail.com, vova0719@i.ua, mikhail101@yandex.ru*

На сучасному етапі розвитку технологій виробництво потребує автоматизації процесів, які можна здійснювати із застосуванням автономних мобільних роботів (АМР). Основне їх завдання: замінити людину при виконанні робіт в небезпечному середовищі для її життя, а також полегшити виконання низки завдань. АМР – це складний мехатронний об'єкт, який складається із: виконавчого вузла (електромеханічний привід, редуктор, колеса), сенсорної системи (лазерні радари, ультразвукові та оптичні сенсори), телекомунікаційної системи та інтегрованої системи навігації та керування рухом.

При вирішенні задачі навігації АМР необхідно використовувати: локальний моніторинг середовища з допомогою давачів, моделювання перешкод, планування безпечних маршрутів та адаптивне керування рухом робота.

Для успішної навігації АМР в просторі, система керування повинна вміти: будувати маршрут, керувати рухом (задавати кут повороту коліс та швидкість приводу), опрацьовувати інформацію від різного типу давачів про положення