

М.І. Гученко, к.т.н., доц.
Ю.В. Лашко, ст. викл.
В.М. Сидоренко, ст. викл.

Кременчуцький державний політехнічний інститут

ВПЛИВ РІВНЯ ЗБУРЕНЬ НА СПЕКТР РЕМНАНТИ В ЕРГАТИЧНІЙ СИСТЕМІ КОМПЕНСАТОРНОГО СТЕЖЕННЯ

Наводяться результати експерименту з дослідження впливу рівня збурень на дисперсію вихідного сигналу ергатичної системи компенсаційного стеження. При збільшенні інтенсивності збурень дисперсія вихідного сигналу на частотах ремнанти збільшується в усьому дослідженому діапазоні. В міру вдосконалення навичок оператора дисперсія вихідного сигналу на частотах ремнанти постійно зменшується, починаючи з нижчих частот, при всіх рівнях збурень. На частотах вхідного сигналу дисперсія вихідного сигналу залишається практично постійною при кожному рівні збурень.

З метою вивчення впливу інтенсивності збурень на процес навчання оператора в одноканальній системі компенсаторного стеження авторами були проведені експериментальні дослідження, основною особливістю яких було одночасне комп'ютерне моделювання роботи системи у керованому та некерованому режимах в абсолютно однакових умовах.

Експерименти проводились з "ідеальною" лінійною системою стеження із передаточною функцією, що дорівнює 1.

Сигнал збурення $f(t)$ являв собою білий шум з максимальною частотою 0,46 Гц пропущений через формуючий фільтр з передаточною функцією

$$\Phi = \frac{k}{Tp + 1}, \quad (1)$$

де $k = 1$, $T = 2$.

Експериментальна установка та програмне забезпечення докладно описані в [1].

Організація експериментів та методика обробки отриманих даних докладно описані в [2].

У дослідженні брали участь чотири оператори. Для кожного оператора було зроблено 30 замірів параметрів. В кожному замірі використовувався один і той же запис сигналу збурення $f(t)$, але з різною дисперсією для різних операторів – 1,43, 5,52, 12,79 та 22,44 умовних одиниць.

Приклади записів вихідного сигналу системи $y(t)$ в некерованому та керованому режимах для різних значень дисперсії сигналу збурення показані на рис. 1.

Типові графіки спектральних щільностей вказаних сигналів показані на рис. 2.

Аналізуючи графіки спектральних щільностей, можна зробити такі висновки:

- в результаті роботи оператора спектральна щільність вихідного сигналу на частотах вхідного сигналу в керованому режимі зменшується порівняно з некерованим режимом, але натомість, на більших частотах (частотах ремнанти) вона зростає (рис. 2 а, в). при всіх досліджених рівнів збурень. Тобто, для компенсації збурення оператор реагує на частотах вищих від частоти збурення та ремнанта є не шумовою, а корисною складовою сигналу оператора;

- при збільшенні інтенсивності збурення дисперсія вихідного сигналу на частотах ремнанти збільшується в усьому дослідженому діапазоні (рис. 2 а, в), що також свідчить про корисність ремнанти;

- в міру вдосконалення навичок оператора спектральна щільність і дисперсія вихідного сигналу на частотах ремнанти постійно зменшується, починаючи з нижчих частот при всіх рівнях збурення (рис. 2 а, б та рис. 3). Дисперсія вихідного сигналу на частотах ремнанти зменшується експоненційно. При цьому на частотах вхідного сигналу дисперсія вихідного сигналу залишається практично постійною (рис. 4). Тобто, процес вдосконалення майстерності відбувається саме на частотах ремнанти і полягає в тому, що оператор вчиться компенсувати збурення меншими затратами енергії на вищих частотах.

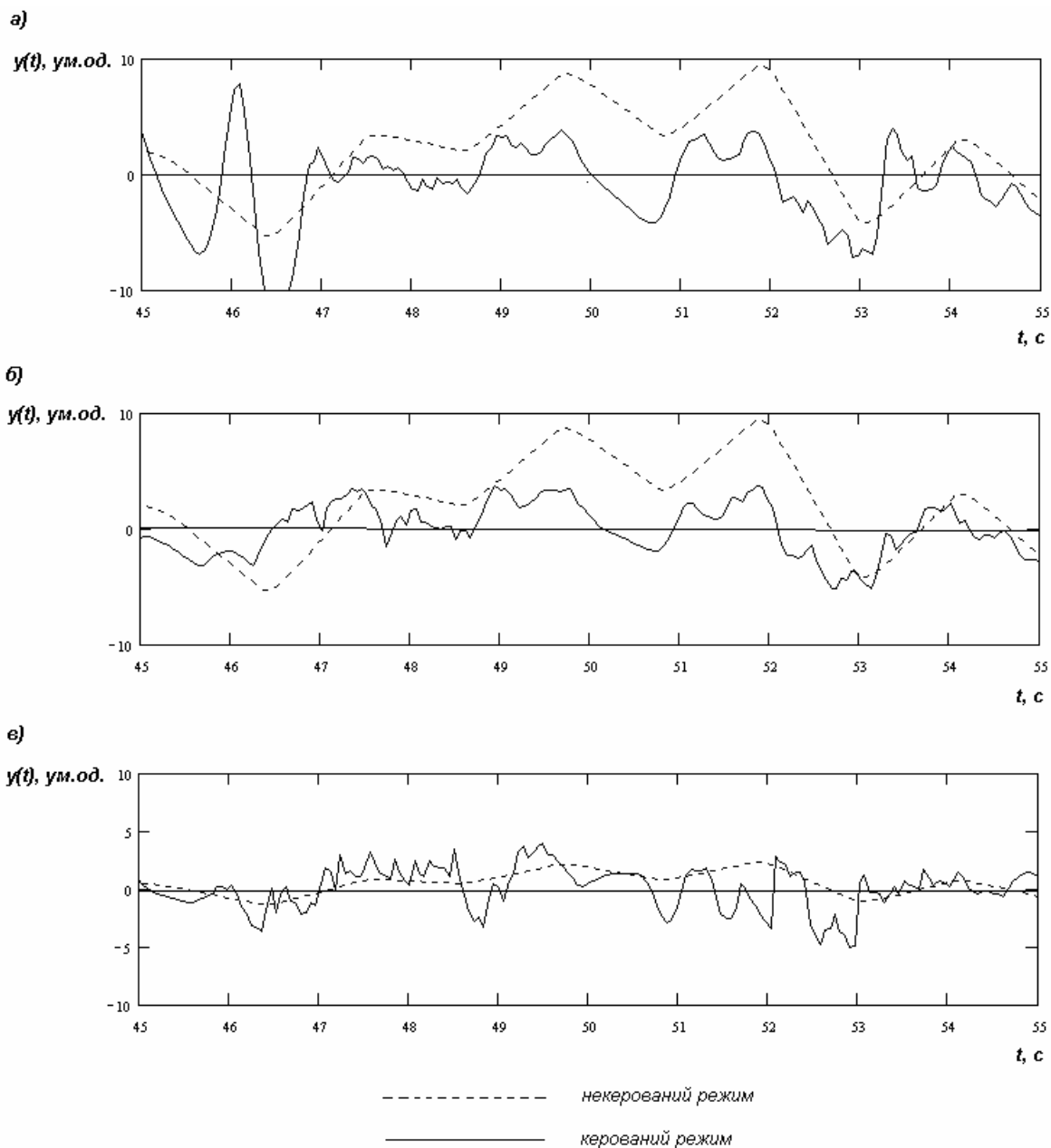


Рис. 1. Записи вихідного параметра в керованому та некерованому режимах на початку (а) та в кінці (б) процесу навчання для оператора А при $D_f = 22,44$ (ум.од.)² та на початку процесу навчання для оператора Б (в) при $D_f = 1,43$ (ум.од.)²

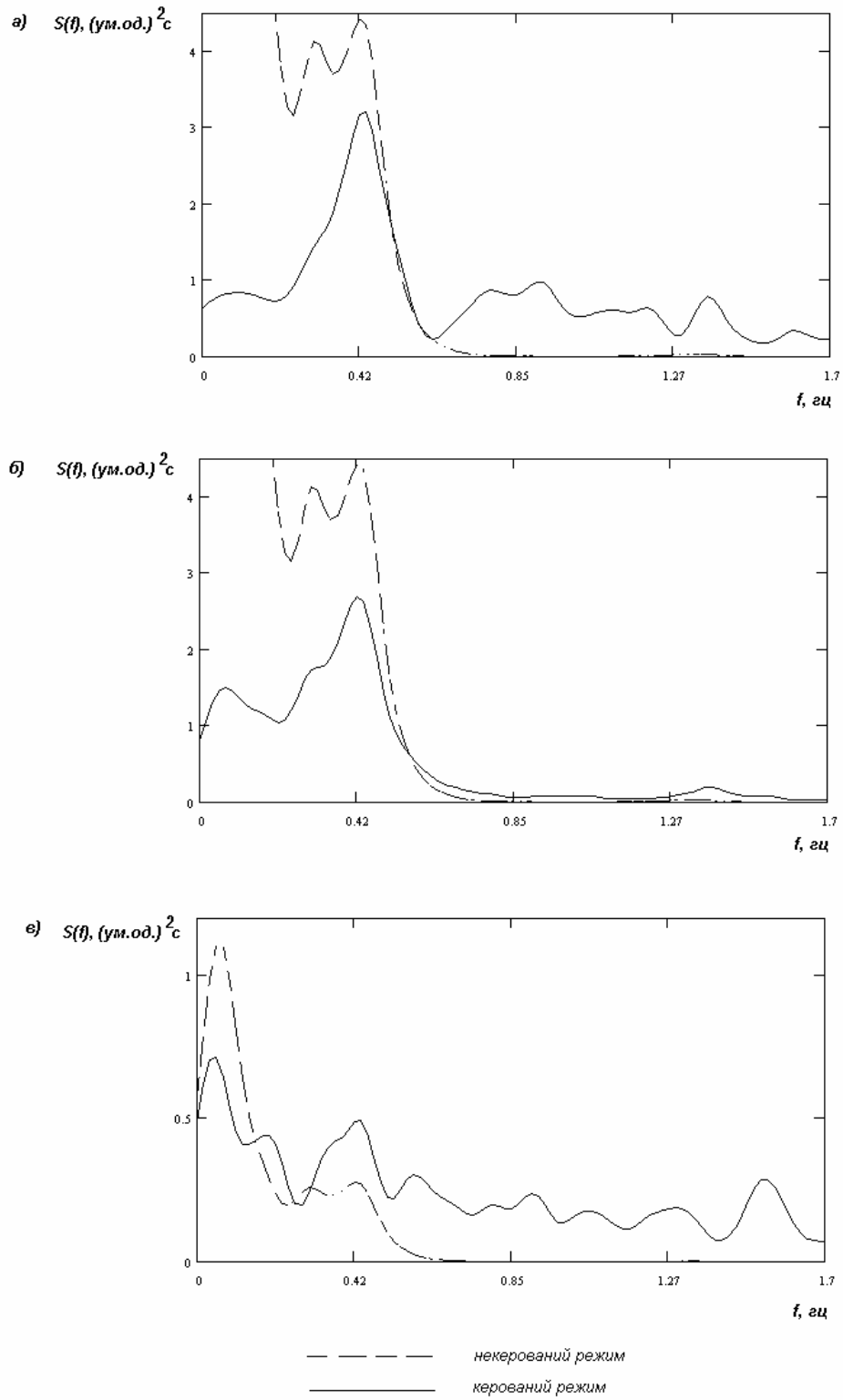


Рис. 2. Спектральні щільності вихідного параметра в керованому та некерованому режимах для сигналів показаних на рис. 1

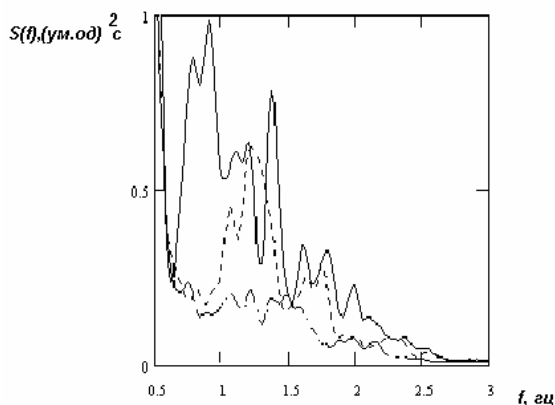


Рис. 3. Спектральна щільність ремнанти для 1, 3, 5 замірів, при $Df = 22,44$ (ум. од)²

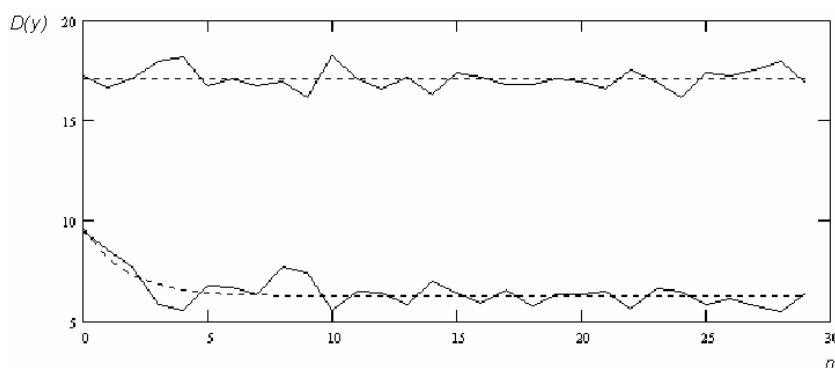


Рис. 4. Залежність дисперсії вихідного параметра в керованому режимі від номера заміру для частот нижчих максимальної частоти сигналу збурення (верхній графік) і для діапазону частот, де зосереджено 95 % потужності вихідного сигналу (нижній графік), а також криві відповідно лінійної та експоненційної регресії

ЛІТЕРАТУРА:

1. Гученко М.І. Інформаційний метод оцінки рівня майстерності оператора. // Проблеми створення нових машин и технологий.: Сб. научн. трудов КГПИ 1998 г. Выпуск 1. Кременчук. – 6 с.
2. Гученко М.І., Лашко Ю.В., Сидоренко В.М. Експериментальні дослідження процесу навчання оператора. // Проблеми створення нових машин и технологий: Сб. научн. трудов КГПИ 1998 г. Выпуск 1. Кременчук. – 5 с.

ГУЧЕНКО Микола Іванович – кандидат технічних наук, доцент кафедри комп’ютерної техніки та програмування Кременчуцького державного політехнічного інституту.

Наукові інтереси:

- людино-машинні системи;
- аеродинаміка вертольотів.

ЛАШКО Юрій Вікторович – старший викладач кафедри комп’ютерної техніки та програмування Кременчуцького державного політехнічного інституту.

Наукові інтереси:

- людино-машинні системи;
- нейронні мережі.

СИДОРЕНКО Валерій Миколайович – старший викладач кафедри комп’ютерної техніки та програмування Кременчуцького державного політехнічного інституту.

Наукові інтереси:

- прикладна статистика;
- спектральний аналіз.

Подано 14.09.2000