



Рис. 1. Макет місцевості



Рис. 2. Макет місцевості після згладжування та поповнення даних сплайном

Список літератури

1. Приставка П.О. Застосування поліноміальних сплайнів двох змінних на основі В-сплайнів при опрацюванні результатів спостережень // Актуальні проблеми автоматизації та інформаційних технологій. – Дніпропетровськ : Навч. кн. – 2000. – Т.3. – С. 144–151.
2. Лигун А.А., Шумейко А.А. Асимптотические методы восстановления кривых. – К.: ІМ НАН України, 1996. – 358 с.

Стаття надійшла до редакції 05.03.02.

УДК 629.7.072.8:681.3

Л.М. Блохін, д-р техн. наук, проф.,
С.В. Держак, канд. техн. наук

СТРУКТУРНА ІДЕНТИФІКАЦІЯ БАГАТОВИМІРНОГО ОБ'ЄКТА ЗА ДАНИМИ НАТУРНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ

Розглянуто задачу структурної ідентифікації динаміки багатовимірного об'єкта, яка дає можливість скласти основні положення методики обчислень оптимальних оцінок динамічних характеристик багатовимірного об'єкта і діючого на нього зовнішнього збурення за даними експерименту в штатних режимах експлуатації.

Алгоритми структурної ідентифікації динаміки багатовимірного об'єкта дають можливість скласти основні положення методики обчислень оптимальних оцінок динамічних характеристик багатовимірного об'єкта БМ і діючого на нього зовнішнього збурення за даними експерименту в штатних режимах експлуатації.

Для структурної ідентифікації сигнали повинні вимірюватися так, щоб за результатами вимірювань можна було б оцінювати кожний з основних блоків БМ як розімкнений елемент. У сталих режимах руху всі обумовлені сигнали і перешкоди доцільно вважати випадковими стаціонарними процесами і їх реєстрація повинна проводитися з урахуванням можливості їх подальшої статистичної обробки.

Етап визначення статистичних характеристик сигналів контура керування будемо називати етапом первинної обробки сигналів. Виконання етапу первинної статистичної обробки на ЕОМ можливе при наявності відповідних програм.

Маючи динамічні характеристики сигналів і використовуючи алгоритми розв'язання задачі ідентифікації, можна приступити до етапу повторної обробки, тобто розв'язанню задачі ідентифікації.

При використанні запропонованих спектральних алгоритмів ідентифікації в рішенні практичних задач ідентифікації необхідні такі етапи робіт:

- підготовка об'єкта ідентифікації, відповідних вимірювальних і обчислювальних систем до експерименту і проведення експерименту для ідентифікації;
- первинна обробка вхідних і вихідних сигналів об'єкта (рис. 1) для складання матриць спектральної і взаємної спектральної щільності сигналів, що вимірюються, в тому числі

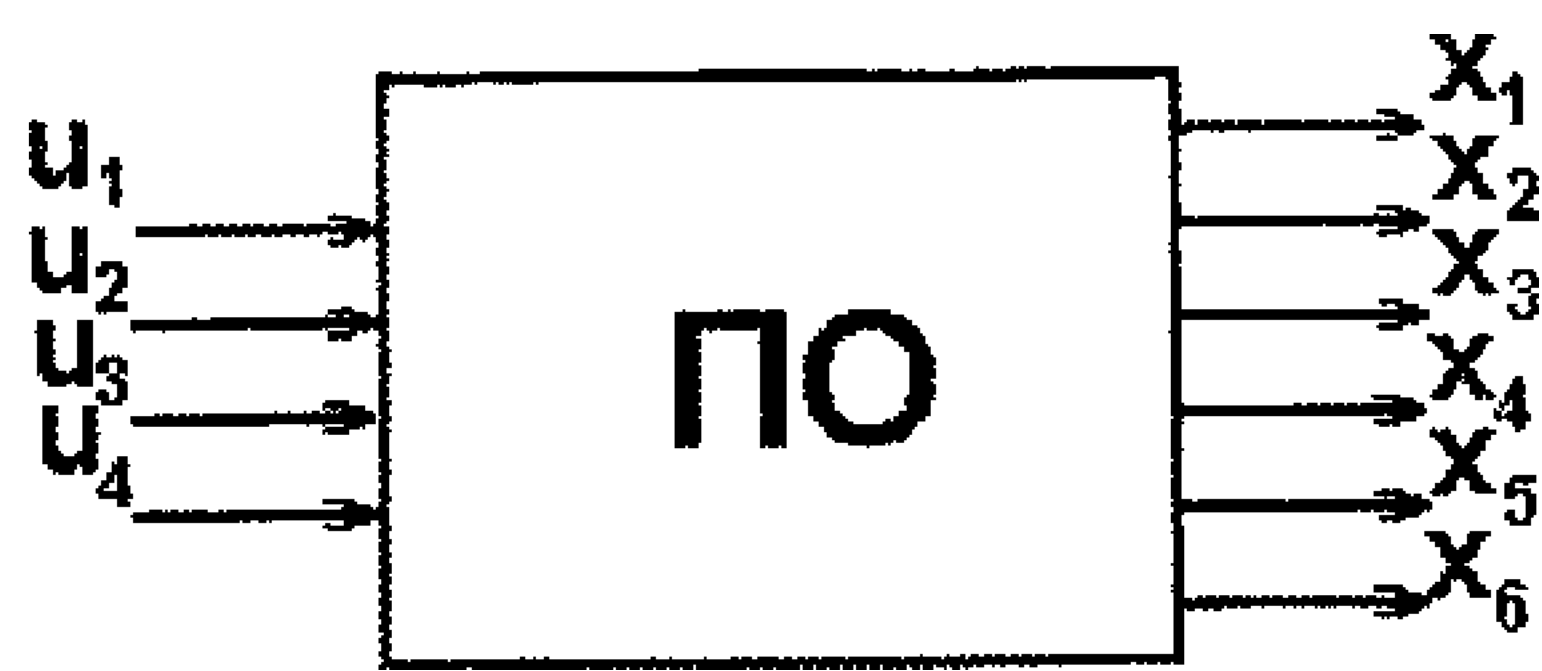


Рис. 1. Схема входів, що реєструються, і виходів рухомого об'єкта, що досліджується:
 ПО – первинна обробка; u_1 – кут повороту по диференту; u_2 – кут повороту диска; u_3 – кут повороту верхньої стернової машинки; u_4 – кут повороту нижньої стернової машинки; x_1 – кут курсу; x_2 – кут диферента; x_3 – кут крену; x_4 – сигнал тривалої швидкості; x_5 – сигнал перевантаження по осі Y; x_6 – сигнал перевантаження по осі Z

складання числових масивів на ЕОМ по кожному з параметрів, що реєструються, введення програми статистичної обробки даних і числових масивів в ЕОМ і оцінювання динамічних характеристик сигналів, що досліджуються, зображення результатів первинної обробки даних у вигляді графічної залежності, апроксимації одержаної графічної залежності математичними моделями;

– повторна обробка вимірюваних сигналів для складання графічного зображення результатів ідентифікації, в тому числі визначення масивів матриці частотних характеристик від входу до виходу об'єкта [1], матриці передавальних функцій фільтра [2], що формує вплив, розв'язання рівняння зв'язку [1] для виділення масивів, що характеризують матрицю спектральної щільності впливу, приведеного до виходу об'єкта;

- апроксимація графічної залежності аналітичними виразами;
- оцінювання впливу збурення на вихідну реакцію об'єкта;
- аналіз одержаних моделей.

Відповідно до вказаних етапів робіт був розроблений пакет прикладних програм, що дозволяє вирішувати задачу структурної ідентифікації стійкого об'єкта за результатами натурного експерименту. Пакет складається з декількох керуючих програм і загального набору підпрограм. Керуючими програмами є програма первинної обробки сигналів, програма формування матриць, програма обчислення амплітудної та фазової характеристик об'єкта і діючих на нього збурень, що не вимірюються.

Початкова інформація для виконання етапів структурної ідентифікації моделі БМ зображена у вигляді осцилограм руху об'єкта в штатному крейсерському режимі. Особливість цих даних полягає в тому, що об'єкт за час випробувань не пройшов всю необхідну дистанцію. При цьому була розроблена спеціальна процедура обробки короткочасних даних, заснована на теорії ергодичних випадкових процесів.

Об'єкт дослідження являє собою багатовимірну динамічну систему, у якій є чотири входи і шість виходів (рис. 1). На керуючі органи подаються відповідні сигнали керування, які і підлягали первинній обробці. На рис. 2, 3 наведені осцилограми кутів повороту правої (лівої) стернових машинок, диска, курсу.

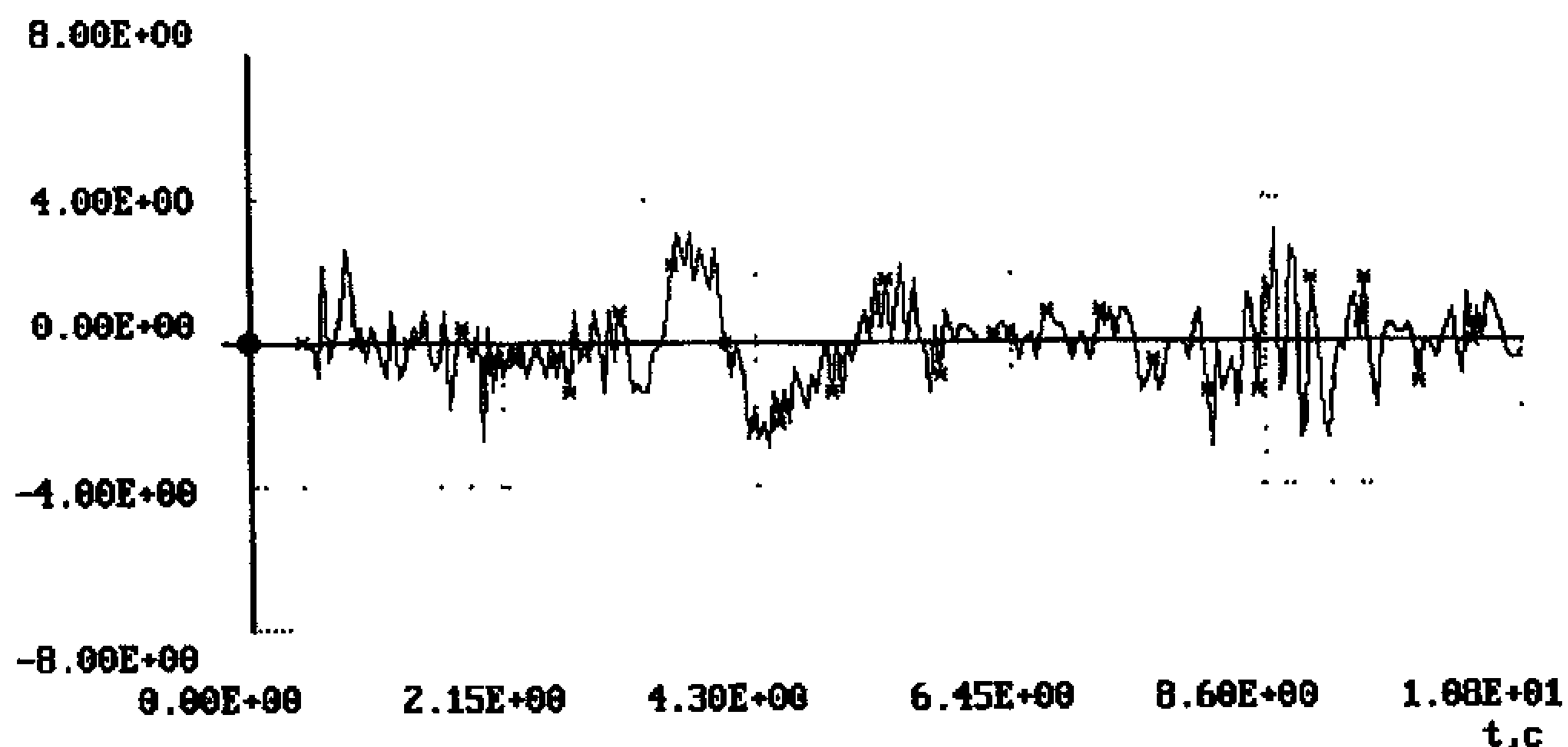


Рис. 2. Осцилограма кута повороту

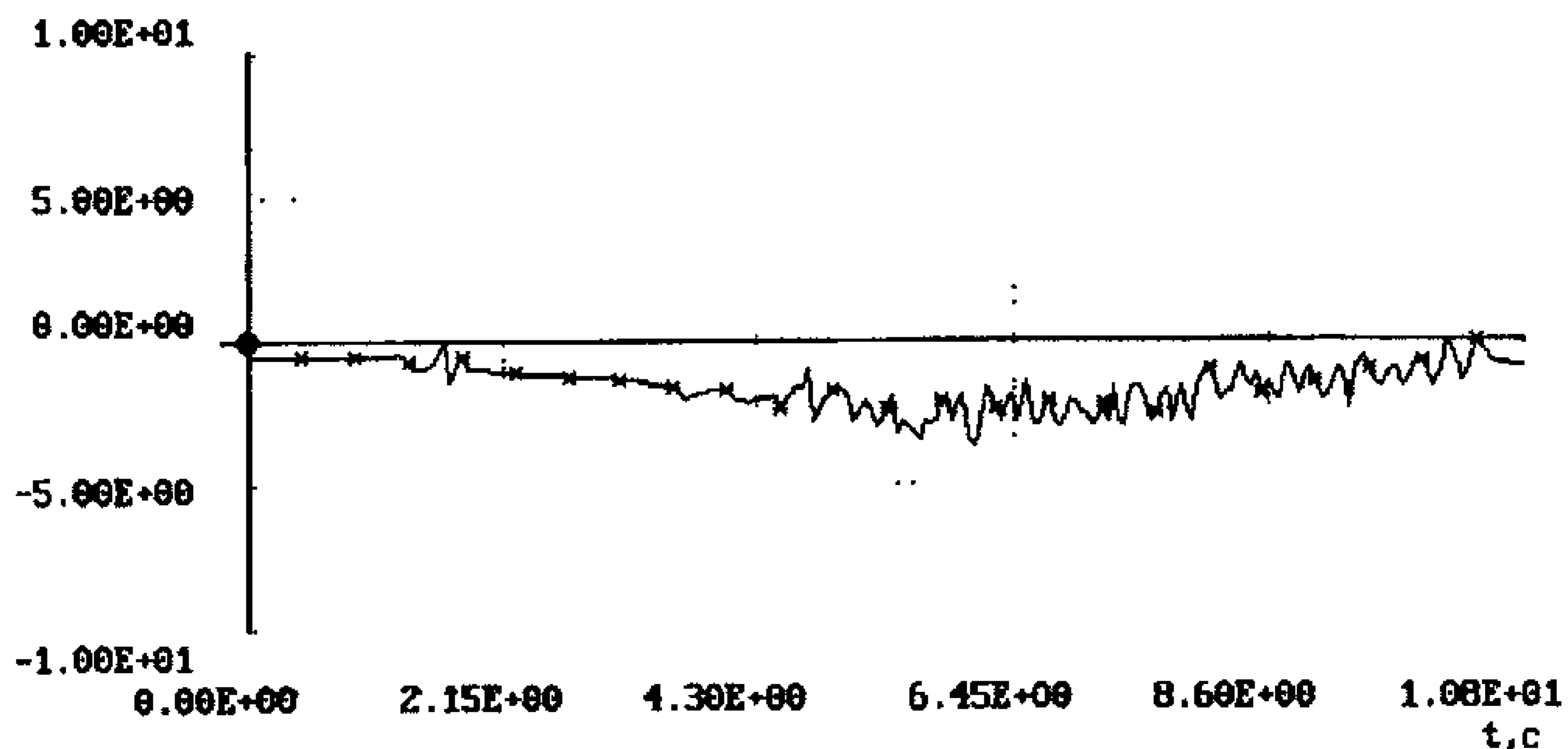


Рис. 3. Осцилограма кута курсу

Початкові числові значення для проведення структурної ідентифікації динаміки багатовимірного об'єкта в штатному крейсерському режимі руху одержані при обробці осцилограм. При цьому кожний вхідний і вихідний сигнал визначався з інтервалом квантування 0,045 с.

За результатами первинної обробки початкових даних за допомогою пакета прикладних програм одержані матриці спектральної і взаємної спектральної щільності вхідних і вихідних векторів сигналів. Деякі графіки спектральної щільності вхідних і вихідних векторів наведені на рис. 4, 5.

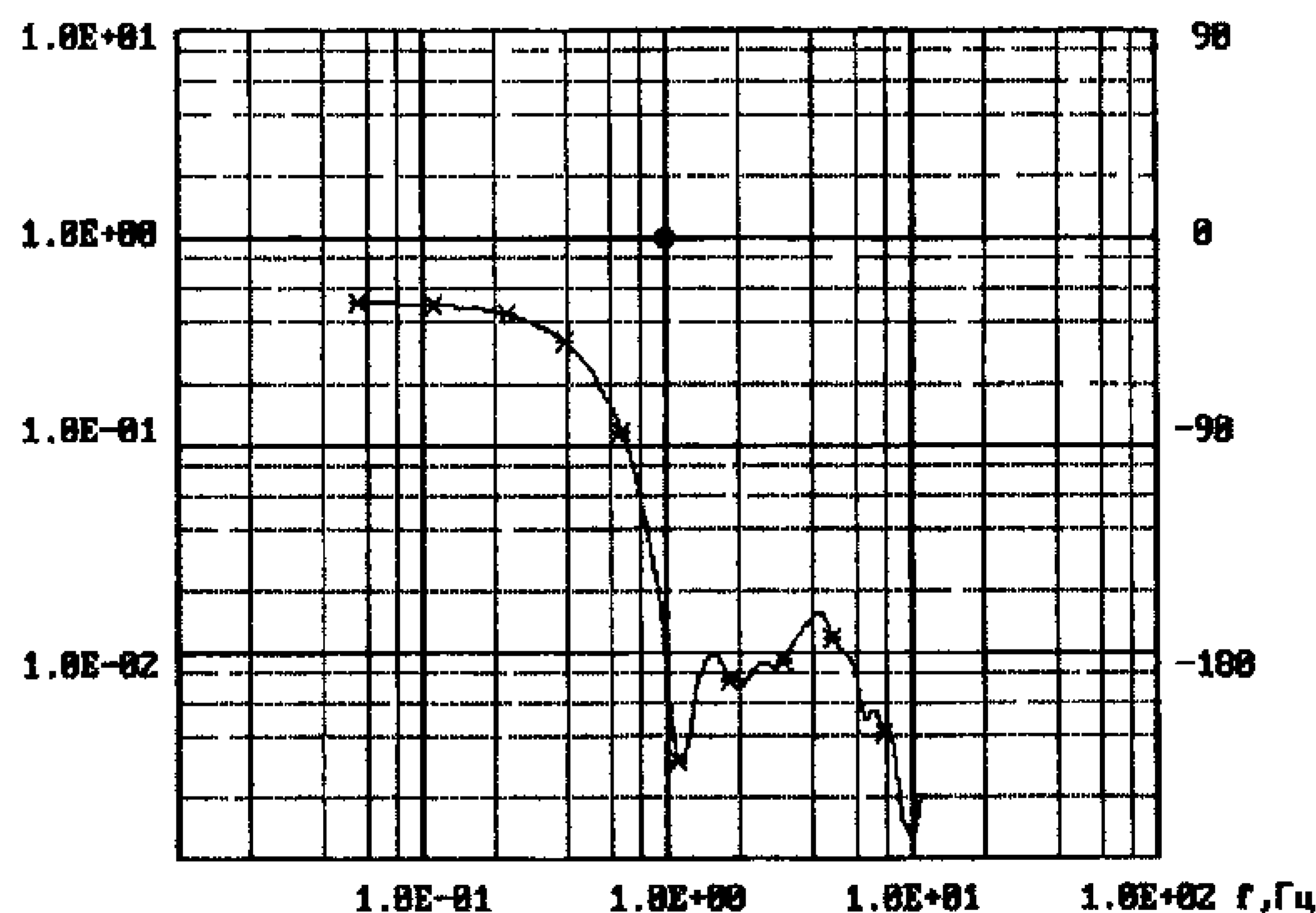


Рис. 4. Графік спектральної щільності кута курсу

Масиви значень елементів вказаних матриць безпосередньо використовувалися як початкові дані програми структурної ідентифікації, що дозволяло визначити матрицю передавальних функцій багатовимірного об'єкта і моделі динаміки перешкод, виникаючих в штатному крейсерському режимі руху (рис. 6).

Апроксимація наведених графіків для одержання диференціальних рівнянь руху безплотного апарата є досить складною задачею, яку можна використовувати за допомогою розроблених пакетів програм.

На основі проведених досліджень запропоновані наукоємні технології (математичне і алгоритмічне забезпечення) рішення на ПЕОМ науково-технічних задач проблемного характеру (оптимальне оцінювання стохастичного вектора станів складного динамічного об'єкта в умовах, близьких до натурних, структурна ідентифікація моделей динаміки особливого

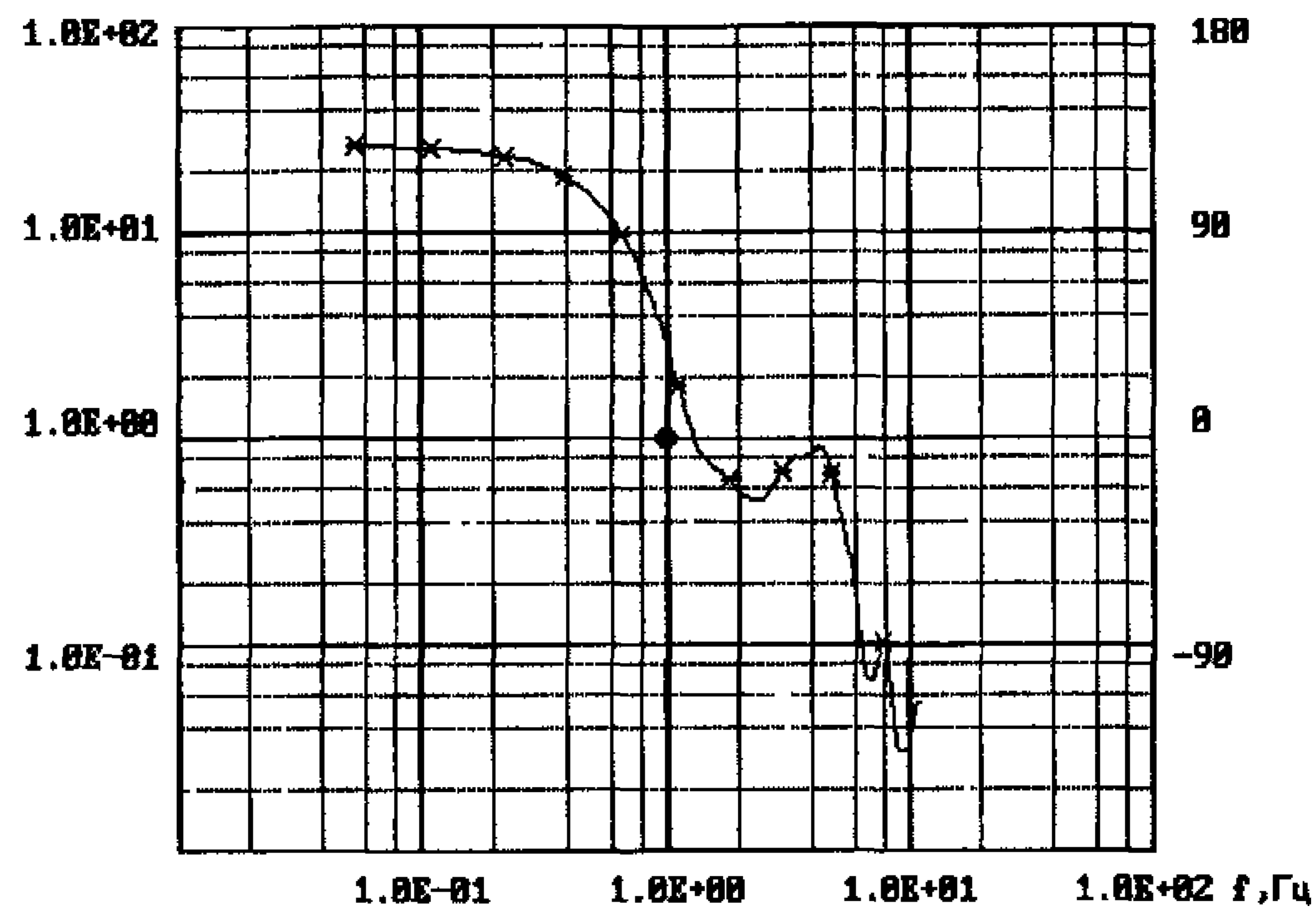


Рис. 5. Графік спектральної щільності кута повороту стернових машинок по диференту

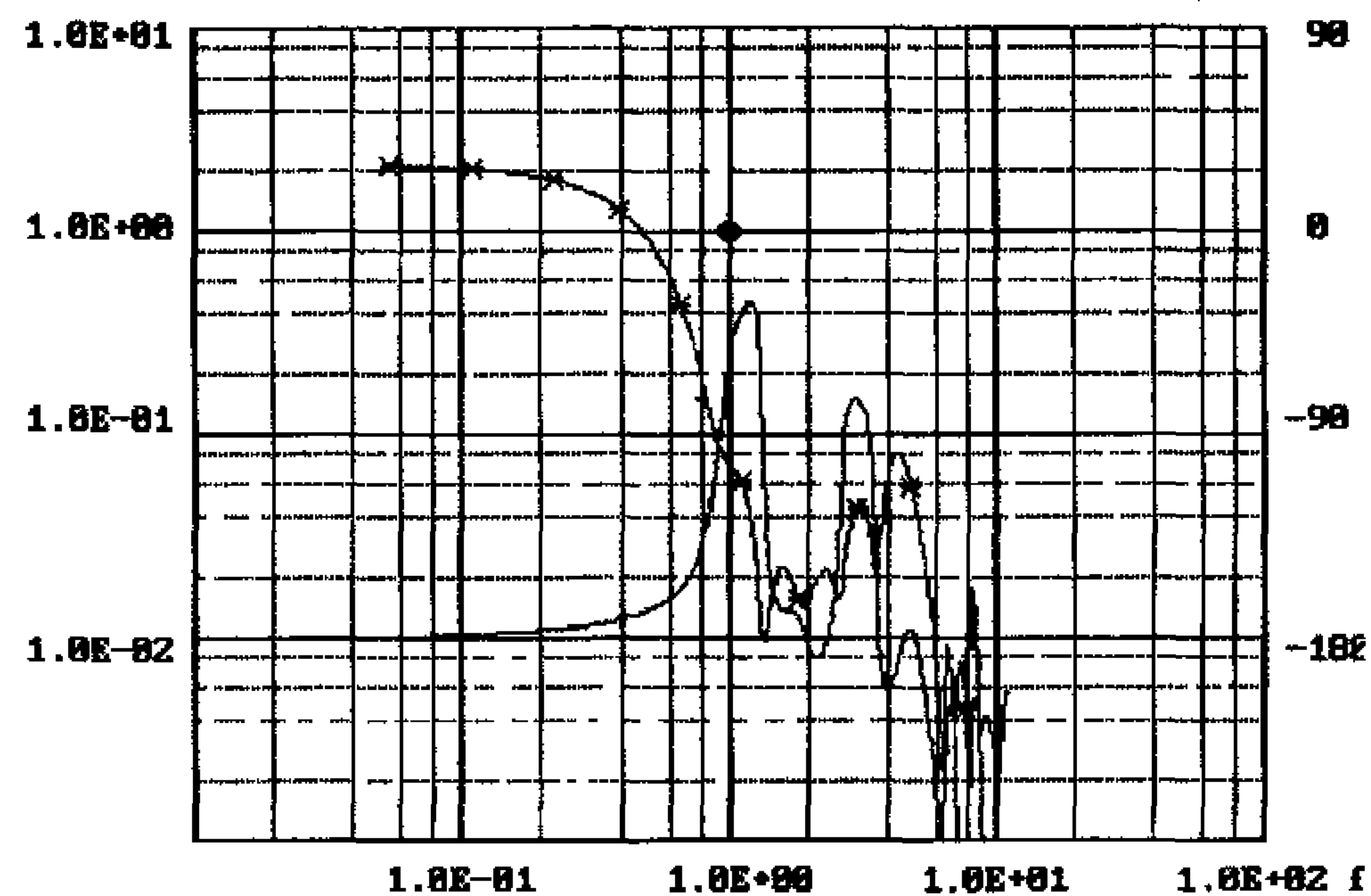


Рис. 6. Структурна ідентифікація передаточної функції між кутом повороту по диференту і кутом курсу

рухомого об'єкта за неповними даними, одержаними в процесі натурального експерименту), розроблена методологія проведення етапів структурної ідентифікації складного динамічного об'єкта в штатних режимах його руху, одержані деякі результати структурної ідентифікації моделей динаміки об'єкта і діючого на об'єкт в процесі руху збурення, що неконтролюється.

Після остаточного опрацювання моделі динаміки об'єкта будуть давати необхідну інформацію для вибору оптимальних законів керування об'єктом і визначення досяжної якості руху об'єкта по заданій траєкторії.

Список літератури

1. Блохін Л.Н. Оптимальные системы стабилизации. – К.: Техніка, 1982. – 144 с.
2. Блохін Л.М. Оптимізація характеристик вимірювальних пристроїв. – К.: КМУЦА, 1997. 104 с.

Стаття надійшла до редакції 12.10.01.