

УДК 519.87;53.08

DOI: 10.32626/2308-5916.2019-20.5-15

А. Ф. Верлань, д-р техн. наук, професор

Інститут проблем моделювання в енергетиці
імені Г. Є. Пухова НАН України, м. Київ

ІНВЕРСНО-ОБЧИСЛЮВАЛЬНИЙ ПІДХІД У ЗАДАЧІ ДИНАМІЧНОЇ КОРЕКЦІЇ ВИМІРЮВАЛЬНИХ СИСТЕМ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ІНТЕГРАЛЬНИХ МОДЕЛЕЙ

Розвиток сучасних систем вимірювання, контролю, управління і діагностики характеризується підвищенням вимог до якісних показників, розширенням функціональних можливостей, зростанням складності дослідних і проектних задач при їх створенні. Як правило, основою функціонування зазначених систем є методи і засоби обробки експериментальних даних і комп'ютерної реалізації математичних моделей. У багатьох практично важливих задачах оперативна оцінка досліджуваних процесів і явищ за показаннями вимірювальних приладів має першорядне значення. Подібні задачі на практиці відомі як задачі відновлення сигналів.

Застосування засобів обчислювальної техніки для відновлення сигналів дає принципову можливість використання в системах вимірювання та контролю маловитратних первинних вимірювальних перетворювачів з невисокою роздільною здатністю. Ефективність застосування обчислювальних пристроїв в системах вимірювання та контролю обумовлюється насамперед низькими витратами на їх розробку в порівнянні з вдосконаленням фізичної конструкції певних елементів цих систем. Більш того, в деяких випадках така можливість виявляється обмеженою не так економічними, скільки фізичними межами.

Розвиток методів оперативної обробки інформації характеризується збільшенням частки обернених задач в загальному переліку вирішуваних задач системами даного класу. При цьому мається на увазі, що принципово всі задачі математичного моделювання можна розділити на дві групи: прямі задачі, тобто задачі аналізу, коли відомі причини певних процесів і необхідно знайти слідства, а також зворотні задачі, коли відомі слідства і потрібно знайти причини. Однією з найважливіших задач відновлення сигналів є задача структурної корекції характеристик динамічних систем, яка полягає в побудові і використанні в перетворюючому каналі або контурі системи такого блоку, який завдяки своїм спеціально сформованим динамічним властивостям перетворює необхідним чином загальні динамічні властивості системи.

Ключові слова: *вимірювальна система, відновлення сигналу, структурна корекція, динамічні вимірювання, інверсний підхід.*

Вступ. Розвиток сучасних систем вимірювання, контролю, управління і діагностики характеризується підвищенням вимог до якісних показників, розширенням функціональних можливостей, зростанням складності дослідних і проектних задач при їх створенні. Як правило, основою функціонування зазначених систем є методи і засоби обробки експериментальних даних і комп'ютерної реалізації математичних моделей [13]. Зазначені типи технічних систем відносяться до класу комп'ютерно-інтегрованих систем, що включають в себе спільно функціонуючі об'єкти довільної фізичної природи і обчислювальні пристрої. Характерною особливістю даного виду систем є необхідність роботи в реальному часі і жорсткі вимоги до конструктивного виконання [17]. У підсумку це свідчить про те, що комп'ютерна частина системи повинна задовольняти вимогам до необхідної швидкодії і обмеженому ресурсу пам'яті. Звідси випливають відповідні вимоги до чисельних алгоритмів і програмних засобів, що забезпечують функціонування комп'ютерних засобів систем.

Задача динамічної корекції вимірювальних систем. У багатьох практично важливих задачах оперативна оцінка досліджуваних процесів і явищ за показаннями вимірювальних приладів має першорядне значення [14]. Подібні задачі на практиці відомі як задачі відновлення сигналів. Під відновленням сигналу мається на увазі така обробка вихідного сигналу вимірювального перетворювача з використанням відомостей про його динамічні характеристики, яка дозволяє отримати сигнал якомога ближчий до істинного вхідного сигналу. При виготовленні первинних вимірювальних перетворювачів і виконавчих елементів систем автоматичного керування [15] необхідні характеристики міцності, як правило, можна отримати виключно за рахунок погіршення якості їх динамічних характеристик, зокрема підвищення їх інерційності щодо сприйняття реєстрованих або керуючих сигналів, що зумовлює низьку точність таких систем. До речі, застосування засобів обчислювальної техніки для відновлення сигналів дає принципову можливість використання в системах вимірювання та контролю маловитратних первинних вимірювальних перетворювачів з невисокою роздільною здатністю.

Ефективність застосування обчислювальних пристроїв в системах вимірювання та контролю обумовлюється насамперед низькими витратами на їх розробку в порівнянні з вдосконаленням фізичної конструкції певних елементів цих систем. Більш того, в деяких випадках така можливість виявляється обмеженою не так економічними, скільки фізичними межами. Так, наприклад, знижувати інерційність датчика теплового потоку за рахунок зниження його теплоємності безмежно неможливо, тому що він просто згорить в потужному теп-

ловому потоці, особливо коли мова йде про роботу в агресивних середовищах, зокрема, при управлінні процесом спалювання палива в топках котлоагрегатів теплових електростанцій.

Розвиток методів оперативної обробки інформації характеризується збільшенням частки обернених задач в загальному переліку вирішуваних задач системами даного класу. При цьому мається на увазі, що принципово всі задачі математичного моделювання можна розділити на дві групи: прямі задачі, тобто задачі аналізу, коли відомі причини певних процесів і необхідно знайти сліdstва, а також зворотні задачі, коли відомі сліdstва і потрібно знайти причини. Теоретичний і практичний інтерес до створення, дослідження і застосування методів і засобів розв'язання обернених задач визначається необхідністю в розробках нових методів обробки сигналів, а також підвищеної, по відношенню до прямих задач, складністю обернених задач, оскільки останні не є коректними з математичної точки зору і володіють рядом особливостей. Труднощі, зокрема, полягають в необхідності вжиття заходів для забезпечення умов існування і єдиності розв'язку, також потрібно враховувати відсутність безперервної (регулярної) залежності розв'язку від вихідних даних, оскільки вхідною інформацією в зворотних задачах є експериментальні дані, які визначаються з деякою погрешністю, і одержуваний розв'язок може сильно відрізнятись від точного.

Однією з найважливіших задач відновлення сигналів є задача структурної корекції характеристик динамічних систем, яка полягає в побудові і використанні в перетворюючому каналі або контурі системи такого блоку, який завдяки своїм спеціально сформованим динамічним властивостям перетворює необхідним чином загальні динамічні властивості системи.

При організації системи управління досліджуваними процесами вимоги до продуктивності такого блоку за обсягом і швидкістю обробки інформації істотно ускладнюють або просто виключають можливість використання універсальних комп'ютерних засобів. Виникає необхідність побудови спеціалізованих обчислювальних пристроїв, що володіють високою швидкістю.

Інерційність вимірювальних каналів систем вимірювання призводить до динамічних помилок. Таким чином, використання засобів технологічного та прецизійного виготовлення вимірювальних перетворювачів (ВП), принципово не може привести до ідеальних перетворювачів з малою динамічною похибкою [1; 2].

Найбільш ефективним в цьому випадку підходом до підвищення динамічної точності як ВП, так і систем вимірювання в цілому, полягає в застосуванні принципу структурної корекції [16], коли вимірювальний канал доповнюється пристроєм вторинної обробки одержуваного сигнала.

лу від ВП і шляхом математичної обробки вирішується задача відновлення вхідного сигналу з мінімальною динамічною похибкою [12].

Типовою системою з елементами структурної корекції є вимірювальний канал (ВК), структура якого наведена на рис. 1, де ВП — вимірювальний перетворювач, КП — коригуючий пристрій, РП — реєструючий прилад.



Рис. 1. Вимірювальний канал

Інерційними властивостями можуть володіти як ВП, так і РП. Так, наприклад, в задачі реєстрації теплового потоку основним інерційним (створюючим) елементом є ВП, а інерційністю РП можна знехтувати через малість значення. І, навпаки, в системі управління інерційним виконавчим механізмом (нагрівальним пристроєм) основна інерційність зосереджена в елементі типу РП (рис. 3, 4). В системі типу лінії зв'язку можливе використання двох КП як до, так і після спотворюючого елемента (рис. 2). Якщо всі елементи системи лінійні, то в силу принципу комутативності послідовно з'єднаних елементів КП можна міняти місцями з іншими елементами, а два послідовно з'єднаних КП об'єднати в один КП, в зв'язку з чим всі наведені приклади можна звести до першої типової системи.

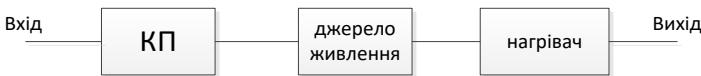


Рис. 2. Реєструючий прилад

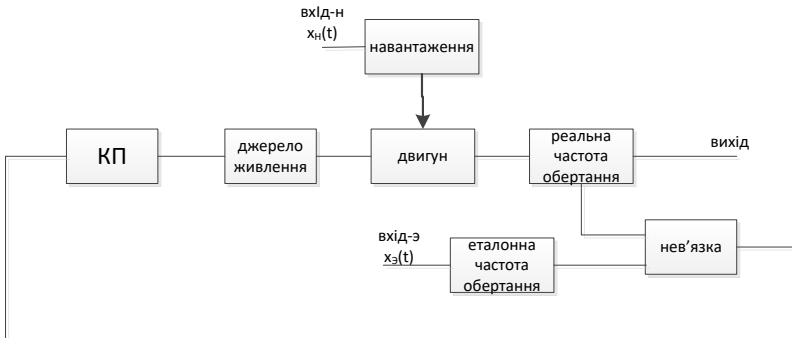


Рис. 3. Схема автоматичного регулювання частоти обертання двигуна



Рис. 4. Система типу лінії зв'язку

Задача структурної корекції (в лінійному випадку) полягає в тому, щоб побудувати КУ з такою функцією передачі $W_{КУ}(p)$, щоб передавальна функція всього вимірювального каналу була максимально близькою до одиниці ($W_{КУ}(p) \approx 1$), що відповідає мінімальному рівню динамічних спотворень реестрованого сигналу. Передавальна функція послідовно з'єднаних динамічних ланок дорівнює добутку передаточних функцій кожного з них:

$$W_{ВК}(p) = W_{ВЛ}(p) W_{КП}(p) W_{РП}(p),$$

звідки

$$W_{КП}(p) = \frac{W_{ВК}(p)}{W_{ВЛ}(p)W_{РП}(p)}. \quad (1)$$

В безінерційній системі $W_{ВЛ}(p) = 1$, $W_{РП}(p) = 1$, згідно (1) $W_{КП}(p) = 1$, що виключає необхідність застосування динамічного коригуючого пристрою.

Для типового вимірювального каналу $W_{ВЛ}(p) \neq 1$, $W_{РП}(p) = 1$, і відповідно до (1) $W_{КП}(p) = W_{ВЛ}^{-1}(p)$, тобто для синтезу КП необхідно знати математичну модель ВЛ. Однак не у всіх випадках така інформація є достатньою. Так, якщо функція $W_{ВЛ}(p)$ є дробово-раціональною, і порядок полінома чисельника менше порядку полінома знаменника, то $W_{ВЛ}^{-1}(p)$ фізично не реалізовується. Точного розв'язку в цьому випадку задача не має. Але це не означає, що задача нерозв'язна, оскільки достатньо отримати наближений розв'язок з похибкою, що не перевищує похибки вихідних даних.

На рис. 3 представлена схема системи автоматичного регулювання частоти обертання двигуна. Коригуючий пристрій в даному випадку використовується в якості регулятора і є узагальненням поняття пропорційно-інтегрально-диференціального регулятора (ПІД-регулятора). Застосування такого універсального регулятора дозволяє реалізувати більш складні закони управління в порівнянні з ПІД законом управління. І в даному випадку забезпечити потрібну точність стабілізації частоти обертання при швидкоплинних навантаженнях або швидкості стеження за швидкозмінним еталоном [9].

Динамічні вимірювання. Динамічні вимірювання отримують все більше поширення в техніці і наукових дослідженнях [3–6]. Роль динамічних вимірювань особливо велика, по-перше, в областях науки, пов'язаних з дослідженням структури матерії, аналізом і синтезом нових речовин і матеріалів, вивченням об'єктів в екстремальних умовах, і, по-друге, в галузях техніки і виробництва, для яких характерне створення нових технологічних процесів і техніч-

них об'єктів, зокрема, для технологічного контролю параметрів виробів в процесі виготовлення, для експлуатаційного контролю технічних пристроїв в процесі їх роботи, для випробування зразків нової техніки, в тому числі в нестационарних режимах, для дослідження нових фізичних об'єктів і явищ, для вивчення поведінки об'єктів в екстремальних умовах [8; 10; 11]. Друга тенденція — розвиток «вглиб», тобто підвищення точності вимірювань, обумовлене прагненням досліджувати все більш тонкі явища природи і створювати все більш досконалі технічні пристрої.

При проведенні динамічних вимірювань найбільший практичний інтерес представляє випадок, коли значну частину основної похибки становить динамічна похибка. Внаслідок цього в теорії динамічних вимірювань найбільше значення має проблема відновлення вимірюваного сигналу. Виділення статичної та динамічної похибок засобів вимірювань, як адитивних складових, допустимо в разі, коли засіб вимірювання являє собою лінійну динамічну ланку або сукупність лінійних динамічних ланок. Тоді приведена до виходу похибка первинного перетворювача при впливі на його вхід мінливого сигналу набуває вигляду:

$$\Delta_{вих} = \Delta_{ст} + \Delta_{дин}, \quad (2)$$

де $\Delta_{ст}$ — статична, а $\Delta_{дин}$ — динамічна похибка перетворювача.

Основною частиною структури вимірювальної системи, в якій виникає динамічна похибка, є первинний вимірювальний перетворювач, в якості якого може бути датчик, випробувальний стенд з датчиковою апаратурою або випробувані пристрій. Первинний вимірювальний перетворювач, доповнений коригуючих пристроєм або алгоритмом обробки інформації динамічних вимірювань, утворює найбільш важливу функціональну частину вимірювальної системи.

Будь-яка інформаційно-вимірювальна система (ІВС), незалежно від конкретного призначення, структурно складається з трьох основних частин: первинного пристрою, призначеного для збору, підготовки і передачі вимірювальної інформації; ліній зв'язку — дротових або бездротових; комплексу агрегатних засобів. На рис. 5 зображена типова структура ІВС, в якій блок обробки даних включає в себе комутатор імпульсних сигналів, обчислювач, накопичувача даних, алгоритм обробки динамічних вимірювань. На малюнку вказані сигнали: $x(t)$ — вимірюваний сигнал, $e(t)$ — похибка відновлення вимірюваного сигналу, обумовлена вхідними перешкодами первинного датчика, похибка взаємодії первинного перетворювача з об'єктом вимірювань, адитивними похибками вимірювальної системи, інерційністю первинного датчика.

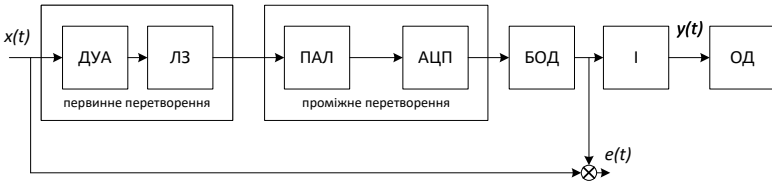


Рис. 5. Типова структура одноканальної інформаційно-вимірювальної системи: ДУА — аналоговий датчик з уніфікованим входним сигналом напруги або струму; ЛЗ — лінії зв'язку; ПАЛ — перетворювач уніфікованих сигналів аналогового безперервного в аналоговий безперервний; АЦП — аналого-цифровий перетворювач напруги, струму, періоду, частоти, інтервалу часу в код; БОД -блок обробки даних; ОД — засоби відображення; І — засіб узгодження; $x(t)$ — вимірюваний сигнал, $e(t)$ — похибка відновлення вимірюваного сигналу

Якщо об'єднати в поняття «датчик» всі засоби первинного і проміжного перетворення, аж до аналого-цифрового перетворювача, то розглянуту вимірювальну систему можна представити у вигляді рис. 6. При цьому вхідні перешкоди і шуми приведені до виходу датчика.

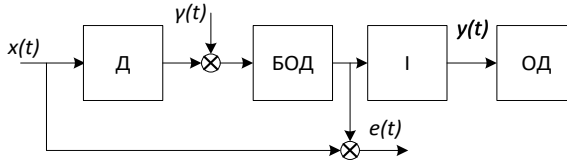


Рис. 6. Спрощена структура одноканальної ІВС

Вимірювальні функції ІВС — вимірювання значень фізичних величин, що впливають на вхід системи і характеризують окремі властивості об'єктів.

Визначення вхідного сигналу, динамічно спотвореного засобом вимірювань, розглядається в загальному випадку як зворотна задача вимірювальної техніки. Термін «зворотна задача» з'явився в математичній фізиці і відноситься до задачі відновлення вхідного сигналу за відомою інформацією про оператор фізичного приладу, що відображає відгук цього приладу на вхідний сигнал. Зворотна задача є характерною і традиційною задачею вимірювальної техніки. Ще в 1871 році Релей формулював цю задачу як «редукцію до ідеального приладу». У різних роботах зворотну задачу визначають як корекцію частотних характеристик засобів вимірювання, відновлення вхідного сигналу, корекцію сигналів, компенсацію динамічних похибок.

Задача визначення миттєвих значень вхідного сигналу засобів вимірювання може бути проілюстрована ланцюжком перетворень, зображених на рис. 1.7. На виході засобу вимірювання спостерігається процес:

$$y(t) = A[x(t) + \varepsilon(t) + \xi(t)] + \eta(t), \quad (3)$$

де $x(t)$ — вхідний вимірюваний сигнал; $\varepsilon(t)$ — завада, джерелом якої є об'єкт вимірювань; $\xi(t)$ — завада, викликана взаємодією засобів вимірювання з об'єктом вимірювання; $\eta(t)$ — адитивні похибки засобу вимірювання.

Задачею вимірювання є визначення невідомого процесу $x(t)$ за вихідним сигналом $y(t)$ і оператором A .

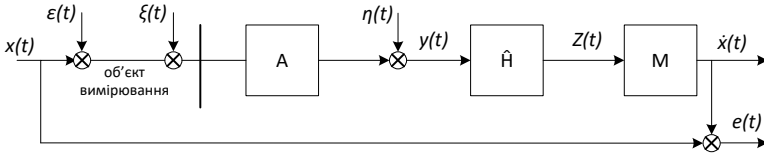


Рис. 7. Схема розв'язання оберненої задачі: $\varepsilon(t)$ — завади, джерелом яких є об'єкт вимірювань; $\xi(t)$ — завада, викликана взаємодією засоби вимірювання з об'єктом вимірювання; $\eta(t)$ — адитивні похибки засобу вимірювання; A — оператор перетворення процесу $x(t)$; $y(t)$ — вихідний сигнал; M — операція порівняння з одиницею виміру; $\hat{x}(t)$ — оцінка процесу $x(t)$; $e(t)$ — похибка розв'язання оберненої задачі

Розбіжність зворотного для A оператора \hat{H} з точним зворотним оператором відбувається з наступних причин: наявність похибок $\varepsilon(t)$, $\xi(t)$, $\eta(t)$ змушує надавати оператору \hat{H} фільтруючі властивості; оператор, точно зворотний, фізично не реалізується. Якщо прямий оператор — це оператор з післядією, тобто з пам'яттю, то зворотний йому повинен бути оператором з прогнозом, що фізично реалізувати неможливо. Прямий оператор є цілком безперервним, отже, зворотний оператор не є безперервним і обмеженим. У цьому полягає некоректність оберненої задачі. Якщо прямий оператор засобів вимірювання є добре згладжуваним оператором, то зворотний оператор повинен володіти зворотними властивостями — посилювати всі найменші швидкі процеси, наявні у відновленому сигналі, в тому числі і адитивні похибки, властиві вживаному засобу вимірювання.

Наведемо вхідні завади до виходу засобу вимірювання і представимо схему рис. 7 в спрощеному вигляді (рис. 8). Наведені похибки будуть мати вигляд:

$$y(t) = A[\varepsilon(t) + \xi(t)] + \eta(t). \quad (4)$$

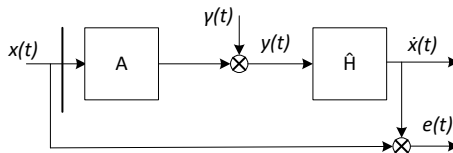


Рис. 8. Спрощена схема розв'язання оберненої задачі

Іншими словами, обернена задача зводиться до вирішення операторного рівняння

$$Ax(t) = y(t) \quad (5)$$

з неточно заданою правою частиною.

Розв'язок відшукується за критерієм мінімуму похибки або за критерієм мінімуму нев'язки. Оскільки точний зворотний оператор необмежений і втрачає безперервність, для розв'язання оберненої задачі застосовують спеціальні методи регуляризації.

Інверсний (інверсно-обчислювальний) підхід до організації процесів динамічної корекції вимірювальних систем, заснований на алгоритмічній інтерпретації результатів вимірювань, знаходиться на стадії активного розвитку. До появи цього підходу розглянута задача динамічних вимірювань вирішувалася на основі схемно-параметричного підходу для наступних двох випадків побудови вимірювального каналу.

У першому випадку розглядається канал, який представляє собою електричний ланцюг (однорідну фізичну систему). Для досягнення ефекту «ідеального вимірника» схема доповнюється елементами, що забезпечують відновлення вхідного сигналу на виході приладу, а параметри доповнюючої частини визначаються з умов виконання вимог до стійкості і максимального допустимої точності каналу. При цьому фактично вирішується задача синтезу електричного кола за заданими критеріями.

У другому випадку розглядається вимірювальний канал, що складається з фізично різнорідних блоків, об'єднаних в структуру, подібну структурі системи управління, яка синтезується як система моніторингу, що забезпечує як можна більш точне відтворення вхідного сигналу на виході з дотриманням необхідних умов стійкості.

Як видно, даний підхід має на увазі застосування методів синтезу, що відносяться або до теорії електричних ланцюгів, або до теорії управління. При цьому процес побудови вимірювального каналу супроводжується відомими труднощами і обмеженнями, що приводять до складних процедур проектування та принциповим проблемам досягнення необхідної якості, чого можна уникнути в рамках інверсного підходу. Проміжним між інверсним і схемно-параметричним підходами є застосування в якості коригуючого ланки аналогових обчислювальних блоків. Аналоговий підхід цілком реалізуемий і отримав певний розвиток, однак специфіка його застосування вимагає оцінки якісних і конструкторських рішень. Крім того, його структурна реалізація можлива в цифровому виконанні, наприклад, в системі Matlab/Simulink.

Як вже зазначалося, з математичної точки зору постановка оберненої задачі (рис. 8) є некоректною. Тому практичне розв'язування задачі відбувається з трансформацією її до коректної постановки та знаходженню регулярних (стійких до перешкод) розв'язків. При цьому більшість регуляризованих розв'язків отримано на основі методу регуляризації А. Н. Тихонова, що використовує мінімізацію регуляризуючої добавки.

Висновки. Інверсно-обчислювальний підхід, заснований на використанні інтегральних рівнянь, залишається менш дослідженим і, судячи з деякого досвіду розв'язання практичних задач [7], є досить ефективним і перспективним, тим паче, що цей підхід ґрунтується на реалізації детермінованих алгоритмів і потребує мінімального обсягу апріорної інформації.

Список використаних джерел:

1. Андриянов А. В. Способ коррекции выходного сигнала измерительных приборов / А. В. Андриянов, В. В. Крылов // Измерительная техника. — 1975. — № 4. — С. 59–61.
2. Аранов П. М. Метод оптимального линейного оценивания для определения динамических характеристик средств измерения / П. М. Аранов, Е. А. Лдяшенко, Л. Б. Ряшко // Измерительная техника. — 1991. — № 11. — С. 10–13.
3. Бабак В. П. Теоретические основы информационно-измерительных систем : учеб. / В. П. Бабак, С. В. Бабак, В. С. Еременко ; под. ред. чл.-кор. НАН Украины В. П. Бабака. — Киев, 2014. — 832 с.
4. Вашны Е. Динамика измерительных цепей / Е. Вашны ; пер. с нем. Е. Вашны ; пер. Р. Я. Сыропятова ; ред. Р. Р. Харченко. — Москва : Энергия, 1969. — 287 с.
5. Володарський Є. Т. Метрологічне забезпечення вимірювань і контролю : навч. посіб. / [Є. Т. Володарський, В. В. Кухарчук, В. О. Поджаренко, Г. В. Сердюк]. — Вінниця : ВДТУ, 2001. — 219 с.
6. Грановский В. А. Динамические измерения: Основы метрологического обеспечения / В. А. Грановский. — Л. : Энергоатомиздат, 1984. — 224 с.
7. Засядько А. А. Розв'язання задачі відновлення сигналів за допомогою однокритеріальної оптимізації / А. А. Засядько // Вісник Житомирського інженерно-технологічного інституту. Технічні науки. — 2002. — № 4. — С. 133–136.
8. Кухарчук В. В. Основи метрології та електричних вимірювань : підручник / [В. В. Кухарчук, В. Ю. Кучерук, Є. Т. Володарський, В. В. Грабко]. — Вінниця : ВНТУ, 2012. — 522 с.
9. Матвійчук Я. М. Математичне моделювання динамічних систем: теорія і практика / Я. М. Матвійчук. — Львів : Видавничий центр ЛНУ ім. І. Франка, 2000. — 215 с.
10. Таланчук П. М. Математические модели первичных измерительных преобразователей для измерения парциальных давлений / П. М. Таланчук, М. Н. Фомин // Химическая технология. — 1983. — № 6. — С. 35–39.
11. Таланчук П. М. Основы теории и проектирования измерительных приборов : учеб. пособ. / П. М. Таланчук, В. Т. Рушенко. — Киев : Вища школа, 1989. — 454 с.
12. Belkhamza Z. Measuring Organizational Information System Success: New Technologies and Practices / Z. Belkhamza, A. Wafa. — Malaysia : University Malaysia Sabah, 2012.
13. Close Charles M. Modeling and Analysis of Dynamic Systems / M. Close Charles, K. Frederick Dean. C. Newell Jonathan. — 3th ed. — Wiley, 2001. — 592 p.

14. Patton R. J. Model-Based Fault Diagnosis in Dynamic Systems Using Identification Techniques / R. J. Patton, C. Fantuzzi, S. Simani. — New York : Springer-Verlag, 2003.
15. Pedersen S. From Calculus to Analysis / S. Pedersen. — 2015. — 342 p.
16. Verlan A. Advanced Structural Organization of the Signal Recovery Processes in Measuring Systems / A. Verlan, Jo Sterten // 7TH International Conference on Application of Information and Communication Technology and Statistics in Economy and Education (ICAICTSEE 2017). University of National and World Economy (UNWE). — Sofia, Bulgaria. November 3-4, 2017.
17. Yatsenko V. Measurement-computer system based on airborne hyperspectrometer / V. Yatsenko, V. Gnidenko, M. Nalyvaichuk // Наукові записки НАУКМА. Серія: Комп'ютерні науки. — 2012. — Т. 138. — С. 105–108.

INVERSE-COMPUTATIONAL APPROACH IN THE PROBLEM OF DYNAMIC CORRECTION OF MEASUREMENT SYSTEMS WITH APPLICATION OF INTEGRAL MODELS

The development of modern systems of measurement, control, management and diagnostics is characterized by an increase in requirements for quality indicators, an increase in functionality, an increase in the complexity of research and design tasks in their creation. As a rule, the basis for the functioning of these systems are the methods and means of processing experimental data and computer implementation of mathematical models. In many practically important tasks, prompt assessment of the processes and phenomena under testimony of measuring instruments is of paramount importance. Similar tasks are known in practice as signal recovery tasks

The use of computer equipment for signal recovery makes it possible to use low-cost primary measuring transducers with low resolution in systems of measurement and control. The efficiency of the use of computing devices in measurement and control systems is primarily due to the low cost of their development in comparison with the improvement of the physical design of certain elements of these systems. Moreover, in some cases, such a possibility is limited not just by physical boundaries, but more so by economic factors.

The development of methods of operational processing of information is characterized by an increase in the proportion of inverted tasks in the total list of solved problems by systems of this class. This implies that in principle, all the problems of mathematical modeling can be divided into two groups: direct problems, i.e. problems of analysis, when the known causes of certain processes and one has to find the consequences, and inverse problems, when the consequences are by physical boundaries and one has to find the reasons. One of the most important tasks of signal recovery is the task of structural correction of the characteristics of dynamic systems, which is constructing and using in the conversion channel or circuit of the system such blocks, which, due to their specially formed dynamic properties, transform in a necessary way the general dynamic properties of the system.

Key words: *measuring system, signal recovery, structural correction, dynamic measurements, inverse approach.*

Отримано: 15.08.2019