

2

АВТОМАТИКА – 2008

ДОКЛАДИ XV МІЖНАРОДНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ
З АВТОМАТИЧНОГО УПРАВЛІННЯ
23 - 26 вересня 2008 року

АВТОМАТИКА – 2008

ДОКЛАДЫ XV МЕЖДУНАРОДНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
ПО АВТОМАТИЧЕСКОМУ УПРАВЛЕНИЮ
23 - 26 сентября 2008 года

AUTOMATICS – 2008

THE 15th INTERNATIONAL CONFERENCE ON
AUTOMATIC CONTROL
23 - 26 September 2008

Лисиця П.М. Підсистема подачі азоту в зону витягування кварцової трубки	841
Луцька Н.М. Використання багатовимірних оптимізаційних регуляторів в системах автоматизації технологічних комплексів харчової промисловості	845
Лисенко О.І., Чумаченко С.М., Чежанова І.В. Спостерігачі стану екологічних систем	848
Личак М.М. Адаптивне дискретне керування неперервним рухом одного класу нелінійних динамічних об'єктів	851
Малахов Є.В., Становський П.О. Фрактальний метод кодування відеопотоків для інтернет-технологій	855
Малоед М.М. Адитивна оптимальна стабілізація нелінійних систем методами жорсткого синтезу	858
Махилько М.В. Пакувальні процеси як об'єкт системного дослідження та управління	862
Місюра М.Д., Кишенько В.Д. Структура управління технологічним комплексом виробництва пива	864
Музикіна Г.І., Болвановська Т.В. Оптимізація нормування тривалості простою транзитних вагонопотоків на станціях	866
Обух І.Я., Рак В.С. Покращення характеристик індивідуальних термоанемометричних лічильників природного газу	869
Окуненко В.М. Методичні прийоми в ідентифікації технологічних агрегатів	873
Осадчий С.І., Калита М.О., Скривнік І.О., Рева О.М. Ідентифікація динаміки зерносушильної установки з киплячим шаром як об'єкта автоматизації	877
Палагін О.В., Романов В.О., Галелюка І.Б., Груша В.М. Інформаційні технології як інструмент між-дисциплінарних досліджень	880
Панкратова Н.Д., Радок А.М. Діагностика розпізнавання позаштатної ситуації в динаміці функціонування складної технічної системи	883
Пастушенко В.Й., Матус С.К., Стеценко А.М. Розробка алгоритму керування вологозабезпеченістю сільськогосподарських культур при підрунтового зволоженні	887
Петеш М.О. Ідентифікація та контроль помилки відцентрових нагнітачів газоперекачувальних агрегатів докачуючої компресорної станції підземного сховища газу	891
Помишуйко П.О. Інтегральний показник діяльності підприємства	893
Попадоха Ю.А. Інформаційна технологія управління функціональним станом і діяльністю біологічних об'єктів у водному середовищі	895
Приставка О.П., Архангельська Ю.М. Інформаційні технології при опрацюванні даних гідрохімічного моніторингу	899
Резниченко Р.В. Моделювання систем оперативного управління віртуальних підприємств	901
Ромец М.Є., Тимашов О.О. Інформаційно-аналітичні підсистеми підтримки прийняття міжрівневих рішень	902
Семенченко Н.В. Керування прибутком підприємства за зворотним зв'язком	906
Семенюк А.Я. Особливості проекту інформатизації управління підприємством при впровадженні ERP системи	910
Сікора Л.С., Кунченко-Харченко В.І., Малець І.О., Кибукевич В.В. Правила виводу у процедурах прийняття рішень	913
Сікора Л.С., Лиса Н.К. Лазерний контроль якості трансформаторних олиф	917
Сікора Л.С., Манишин І.Р., Кунченко-Харченко В.І., Сікора В.М. Формалізація знань для синтезу моделей процедур розв'язання проблемних ситуацій	921
Сікора Л.С., Манишин І.Р., Федчишин Р.А., Мивошкович Ю.Г. Логіко-інформаційні та інтелектуальні процедури формування рішень в технічних системах	925
Сініцин І.П., Яблокова Т.Д., Степанюк М.Ю. Проблеми створення єдиної системи управління адміністративно-господарськими процесами збройних сил України	928
Ситніков В.С., Біленко А.О. Класифікація вейвлет-функцій обробки сигналів для систем управління	931
Степанко В.С. Індуктивне моделювання як процес самоорганізації моделі	932
Таренуха В.Ю. Засоби автоматичного реферування текстів у системах автоматизованого документообігу	934
Терновая Т.И. Автоматичний контроль довільності плоских текстурованих об'єктів	935
Тимофієва Н.К. Про деякі особливості визначення підкласів розв'язних задач в розпізнаванні та синтезу мовних сигналів	937
Тимченко А.А., Підгорний М.В., Тюрло О.В. Структурний синтез законів управління	941
Тихонов І.В., Баранов Г.Л., Банішевський С.А. Аналітична модель інформаційної технології підвищення безпеки руху на внутрішніх водних шляхах	945
Тодорцев Ю.К., Уліцька О.О., Стопакевич О.А. Нелінійна математична модель динаміки багатокорпусної випарної установки	947
Фадеева О.В. Нечітка логіка в системі автоматичного управління технологічним процесом заглиблення нафтових і газових свердловин	950
Холодський А.М., Горб О.С. Оптимум та рівновага в типових виробничо-транспортних системах	954

Jing, Y.-W., Jiang, N., Liu, H.-H., Stankovski, M.J., Dimirovski, G.M. Uncertain Nonlinear Systems Control Using T-S Fuzzy Models and Minimax Control Design	957
Levin V.I. Conveyor systems with variable order of jobs passing and its optimal control	961
Mouri T., Kawasaki H., Aoki T., Nishimoto Y., Ito S., Ueki S. Tele-rehabilitation for fingers and hand	965
Polishchuk D., Polishchuk O., Yadzhak M. Solution of some problems of evaluation of the complex systems: methods	968
Polishchuk O., Tyutyunnyk M., Yadzhak M. Solution of some problems of evaluation of the complex systems: implementation and results	972
Setlak Galina Intelligent technologies for decision-making in management	976
Tchaikovsky M.M., Kurdyukov A.P. Fixed-order controller for robust pole placement in LMI region	980

Наукове видання

Автоматика-2008: доклади XV міжнародної конференції з автоматичного управління
Російською, українською і англійською мовами

Підписано до друку 12.09.2008.

Формат 30x42/2. Гарнітура Times New Roman. Ум. друк. арк. 67,1.

Тираж 230 прим. Замовлення № И8-09-45

"ВидавІнформ" ОНМА

Свідоцтво ДК №1292 від 20.03.2003

65029, м. Одеса, вул. Дідріхсона, 8, корп. 7, к. 206

Тел./факс: +38 0482 34-14-12

publish@ma.odessa.ua

Научное издание

Автоматика-2008: доклады XV международной конференции по автоматическому управлению

На русском, украинском и английском языках

Подписано в печать 12.09.2008.

Формат 30x42/2. Гарнитура Times New Roman. Усл. печ. л. 67,1.

Тираж 230 экз. Заказ № И8-09-45

"ИздатИнформ" ОНМА

Свидетельство ДК №1292 от 20.03.2003

65029, г. Одесса, ул. Дидрихсона, 8, корп. 7, к. 206

Тел/факс: +38 0482 34-14-12

publish@ma.odessa.ua

Scientific publication

Automatics-2008: The 15th International conference on automatic control

In Russian, Ukrainian and English languages

Signed for printing 12.09.2008.

Format 30x42/2. Font Times New Roman. Relative printer's sheet 67,1.

Circulation 230 copies. Order No И8-09-45

"IzdatInform" ONMA

Licence DK No1292 from 20.03.2003

8, Didrikhson str. (build. 7, room 206), Odessa, 65029, Ukraine

Phone/fax: +38 0482 34-14-12

publish@ma.odessa.ua

СТРУКТУРНИЙ СИНТЕЗ ЗАКОНІВ УПРАВЛІННЯ

ПРЕДСТАВЛЕНІ РЕЗУЛЬТАТИ ВИКОРИСТАННЯ ФОРМАЛІЗОВАНОГО МЕТОДУ СИНТЕЗУ СТРУКТУРИ ЗАКОНІВ КЕРУВАННЯ КЛАСИЧНОГО ТИПУ. В ОСНОВІ ЛЕЖИТЬ ІДЕЯ ПОСТАНОВКИ ЗАДАЧІ ОПТИМІЗАЦІЇ ТА ЇЇ ВИРІШЕННЯ. РЕЗУЛЬТАТИ НОСЯТЬ СИСТЕМАТИЗОВАНИЙ ХАРАКТЕР У ВИГЛЯДІ УСКЛАДНЕННЯ ПОСТАНОВКИ ЗАДАЧІ СИНТЕЗУ.

Метою роботи є викладення *формалізованого методу* синтезу законів управління, як ідеалізованої залежності керуючого впливу u від різного роду вхідних змінних (завдання y , збурення λ , змінних стану $x, x', \dots, x^l, \dots, x^{n-1}$ та ін.).

Пошук виду закону управління (структури системи) постійно привертає увагу дослідників в області управління. Відомі методи: *оберненого синтезу*, синтезу *оптимального управління*, синтезу *адаптивних систем*, та систем з *самоорганізацією*. Підводячи підсумок отриманих раніше результатів, викладена задача та підхід до її вирішення, виходячи із загальної ідеї оптимізації [1].

Розглядається управління для ідеальних випадків видів

$$\chi = \left[e \equiv \{y - x\}^{\Delta} = 0 \right], \chi = (0,1), \quad (1)$$

де y – заданий вплив (програма, план), x – регулюєма (керована) величина, вихід об'єкта управління. Дійсно, якщо дана умова виконується ($x = y$), то мета управління вважається досягнутою. Розглядається умова вирішуваності даної задачі (реалізації даної умови) при заданому описі динаміки об'єкта управління,

$$\dot{x} = B(D, t) \times A^{-1}(D, t) u, \quad (2)$$

Де u – управляючий вплив (обмеження на величини x та y поки що не накладаємо а оператори $A^{-1}(D, t)$ та $B(D, t)$ – багаточлени степіней n та m відповідно, $D \equiv d/dt$.

При виконанні вихідної умови отримаємо операторне рівняння відносно невідомого u ,

$$u = B^{-1}(D, t) \times A(D, t) y. \quad (3)$$

Відсилаючи читача до відомої роботи Г.В. Щипанова [2], можна стверджувати, що задача управління може бути принципово розв'язана, так як мета управління принципово досягнута – абстрактна реалізованість. Якщо збурення (одне, або декілька) на об'єкт не діє, то задача управління полягає в оптимальному (в тому, чи іншому сенсі) відтворенні $y = y(t)$ з урахуванням можливості фізичної реалізації операторів $B^{-1}(D, t) A(D, t)$, яка полягає в пошуку таких апроксимацій операторів $B^{-1}(D, t) A(D, t)$, при яких мета управління, виходячи із динамічної точності

$$C(D, t) e = 0, \quad (4)$$

була б досягнута.

Інша ситуація, як вказує проф. Г.В. Щипанов [2], коли на об'єкт управління крім того діють збурення: як вимірювані, так і не вимірювані. Тоді рівняння замкненої системи набуває вигляду

$$C(D, t) e = G(D, t) (\lambda_i, \zeta_j), \quad (5)$$

де $\lambda_i, i = 1, 2, \dots, L$ – як вимірювані, так і не вимірювані збурення, ζ_j – завади, (може бути, що частотні характеристики яких суттєво відрізняються).

Виходить так, що ми не тільки повинні визначитись з оптимальністю оператора $C(D, t)$, а і зведенням до мінімуму, або нуля оператора $G(D, t)$ (методами введення додаткових каналів системи).

Задача інваріантності. В роботі показано, що тут маємо наступні ситуації: або ми переглядаємо вихідну постановку та в управлінні об'єкта вводимо збурюючий вплив та проводимо процедуру пошуку нового закону управління з врахуванням нового опису динаміки об'єкту управління, або вирішуємо задачу інваріантності. Тоді при реалізації нового закону управління необхідно вводити крім управляючого впливу та змінних стану також збурюючий вплив для компенсації вимірні безпосередньо (комбіновані системи), опосередковано (так звані системи з вилкою відносно збурення) або системи з моделлю динаміки об'єкта – схема Хема.

Вихідну оптимальну по управлінню систему, знайдену раніше розглядаємо як об'єкт управління та вирішуємо задачу синтезу інваріантної системи, де вихідна розглядається як об'єкт компенсації, діючих на нього збурень за рахунок вводу додаткового компенсуючого керуючого впливу. Це вже інша задача та інші методи її вирішення.

При структурному синтезі автоматизованих систем в автоматичній одною із перших повинна розв'язуватись задача синтезу такого закону управління, який може включати в себе всі можливі змінні (комбінований).

Один із методів структурного синтезу базується на властивості вищої похідної системи диференціальних рівнянь, які описують динаміку системи, а саме: вища похідна є алгебраїчною функцією інших змінних стану. Тоді синтез структури можна виконати виходячи із умови [3]:

$$\varepsilon \equiv [x^{(n)} = x_2^n] = \begin{cases} 1 & \text{при } x^{(n)} = z, \\ 0 & \text{при } x^{(n)} \neq z. \end{cases} \quad (6)$$

Властивість вищої похідної. Доведемо вищенаведене твердження. Нехай динаміка системи задається рівнянням високого порядку

$$x^{(n)} + a_{n-1}x^{(n-1)} + \dots + a_1x^{(1)} + \dots + a_0x = bu. \quad (7)$$

Приведемо це рівняння до системи рівнянь першого порядку (перетворення Коші), для чого введемо вектор змінних $x = (x_0, x_1, \dots, x_{i-1}, x_i, x_{i+1}, \dots, x_{n-1})$, позначивши складові вектора відповідно номерами похідних $x^{(i)}$, $i = 0, (n-1)$. $x = x_0, x' = x_1, \dots, x^{(i)} = x_i, \dots, x^{(n-1)} = x_{n-1}$. Продиференціюємо дані тотожності $x' = x_0', x'' = x_1', \dots, x^{(i+1)} = x_i', \dots, x^{(n)} = x_{n-1}'$. Зробимо відповідну заміну змінних $x_0' = x_1, x_1' = x_2, \dots, x^{(i)} = x_{i+1}, \dots, x^{(n-1)} = x_n$. Підставляючи ці змінні в вихідне рівняння, отримуємо $x_n + a_{n-1}x_{n-1} + \dots + a_1x_1 + \dots + a_0x_0 = bu$. $x_n = -a_{n-1}x_{n-1} - \dots - a_0x_0 + bu$, $i = 0, (n-1)$, або в матричному вигляді:

$$\begin{pmatrix} x_0 \\ x_1 \\ \dots \\ x_i \\ \dots \\ x_{n-1} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & D^{-1} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & D^{-1} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & 0 & 0 & D^{-1} & 0 & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & D^{-1} \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \dots \\ x_{i+1} \\ \dots \\ x_n \end{pmatrix}$$

$$x_n = \sum_{i=0}^{n-1} a_i x_i + bu, \text{ крім того, } x = x_0, x - \text{вихід, а } u - \text{вхід.}$$

Використовуючи рівняння бажаної системи можна отримати структуру відповідного закону управління, виходячи із умови (7) для рівняння динаміки об'єкту в узагальненому вигляді:

$$x^{(n)} = f(x, u, \lambda, t). \quad (8)$$

При цьому отримуємо закон керування

$$u = f^{-1}(x_2^{(n)}, \dots, x^{(i)}, \dots, x, \lambda, t). \quad (9)$$

Приклад: $\dot{x} + ax = bu + c\lambda$ - рівняння об'єкту управління, $e + a_1e = 0, e = y - x$, бажане рівняння системи, y - програмне завдання. Звідки $x_2 = y + a_1(y - x)$. Відповідно до умови (7)

$$u = \frac{1}{b}([y + a_1(y-x)] + ax - c\lambda),$$

Структурний синтез законів управління з метою компенсації впливу збурень.

Етап I. Будемо вважати знайденим закон управління відповідно до використання вищевизначеного методу. Тоді рівняння системи управління в лінійному випадку можна записати

$$\bar{x} = W(D)(\bar{u} + \bar{\lambda}), \quad (10)$$

де u - керуючий вплив, а λ - збурення.

Ставиться задача пошуку закону управління $\bar{u} = \bar{u}(x, y, \bar{\lambda}, t)$, який би надавав можливість компенсувати вплив збурення $\bar{\lambda}$.

Синтез закону компенсації збурення виконується з використанням умови

$$\alpha = \begin{cases} \Delta \\ e=0 \end{cases} = \begin{cases} 1 \text{ при } x=y; \\ 0 \text{ при } x \neq y. \end{cases} \quad (11)$$

Поставлена задача може носити деякий оптимізаційний характер визначеного критерію (6). Будемо вважати, що при такій постановці $e = y - x = 0$ або $y = x$.

Модель об'єкта управління задається рівнянням (10). Виконуючи дану умову отримуємо рівняння відносно невідомого u , $y - W(D)(\bar{u} + \bar{\lambda}) = 0$ звідки структура закону управління (рис. 1): $\bar{u} = W^{-1}(D)y - \bar{\lambda}$.

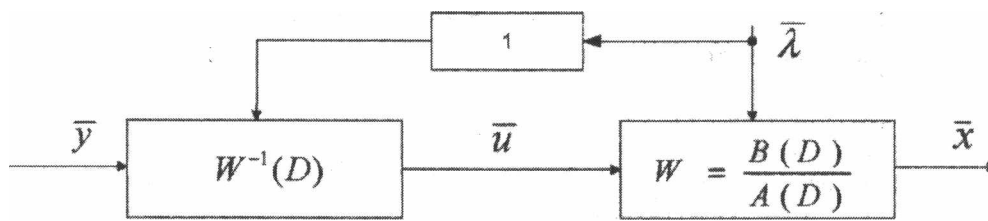


Рис. 1. Блок-схема розімкненої системи управління

Висновок. Для того, щоб управляти системою в заданих умовах треба відповідно перетворити завдання (y) та компенсувати збурення (λ). Якщо закон зміни збурення $\lambda(t)$ невідомий, або його не можна виміряти, то відповідно він не може бути внесений і в закон управління. Перевіримо, до чого це приведе, отримуючи рівняння системи в цілому. $\bar{x} = W(D)(\bar{u} + \bar{\lambda})$, $\bar{u} = W^{-1}(D)y - \bar{\lambda}$, звідки $\bar{x} = y + W(D)\bar{\lambda}$, тобто збурення $\bar{\lambda}$ буде відповідним чином перетворене об'єктом як адитивна добавка для вихідної величини \bar{x} інколи це недопустимо.

Етап II. Формально визначимо збурення $\bar{\lambda}$ виходячи з рівняння об'єкту (10).

$$\bar{\lambda} = W^{-1}(D)\bar{x} - \bar{u}. \quad (12)$$

Розглядаючи в цілому систему рівнянь (12), отримуємо рівняння замкнутої системи (рис. 2).

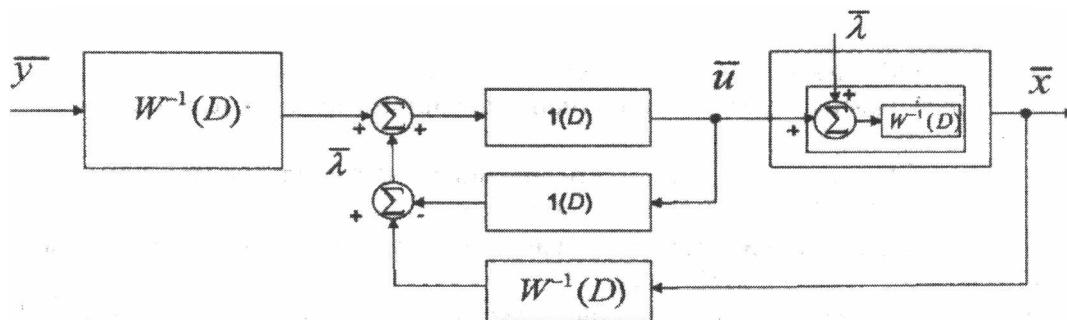


Рис. 2. Структурна схема замкнутої системи управління

Можна перевірити через рівняння замкнутої системи компенсацію збурення, виходячи із підстановки в системі операторних рівнянь.

$$\bar{x} = W(D)(\bar{u} + \bar{\lambda}), \quad \bar{u} = W^{-1}(D)\bar{y} - \bar{\lambda}, \quad (13)$$

де $\bar{\lambda} = W^{-1}(D)\bar{x} - \bar{u}$. Звідки $x = y$.

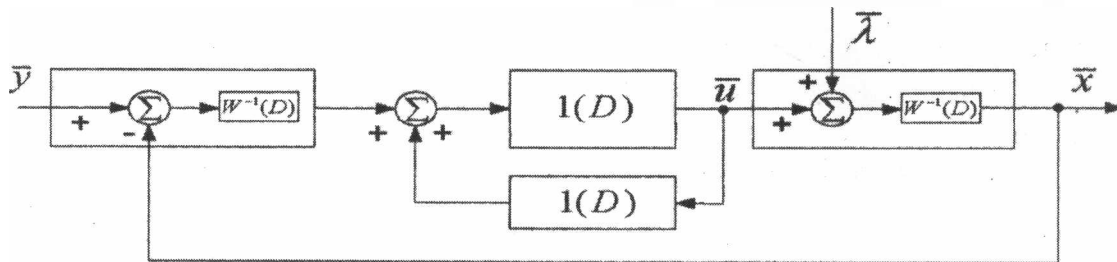


Рис. 3. Структурна схема класичної системи управління з зворотнім зв'язком

Етап III. Збурення можливо визначити також використовуючи вираз (17)

$$\lambda = W^{-1}(D)(x - y) . \quad (14)$$

Тоді система (13) набуває вигляду (рис. 4) $\bar{x} = W(D)(\bar{u} + \bar{\lambda})$, $\bar{u} = W^{-1}(D)\bar{y} - \bar{\lambda}$, $\lambda = W^{-1}(D)(x - y)$. Ця система операторних рівнянь являється математичною моделлю динаміки системи з моделлю (так звана схема Хема [5]).

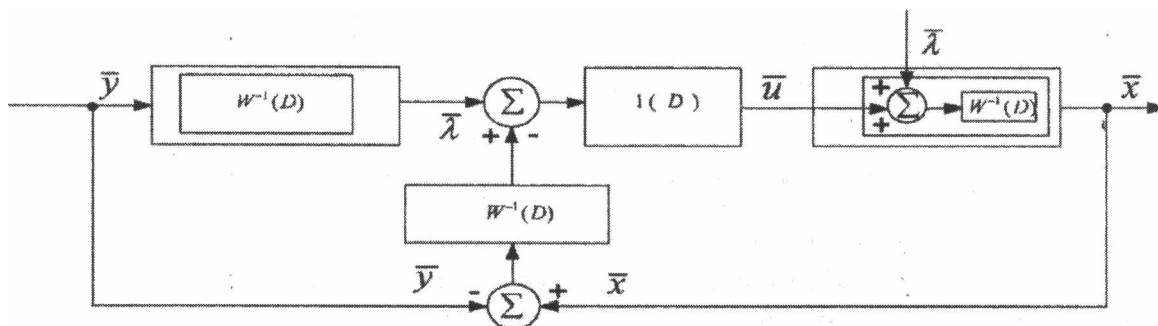


Рис. 4. Структурна схема системи управління з моделлю

Таким чином, послідовно розглянуто ускладнення задачі управління, починаючи від пошуку пристроїв перетворення завдання y при відсутності збурень λ , а також пошуку засобів компенсації збурюючі впливів u , відповідно використовуючи безпосереднє вимірювання (рис. 1), опосередковане вимірювання (рис. 2, 3) та з урахуванням моделі динаміки системи (рис. 4). Приведені методи, та їх демонстрація дає можливість розглядати задачі структурного синтезу сучасних систем керування як теоретичну основу для подальшого конструювання та реалізації на СОМ.

ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРИ

1. Глушков В.М. Введение в АСУ. - К.: Техніка, 1972. - 312 с.
2. Щиганов Г.В. Теория и методы проектирования автоматических регуляторов, А и Т, №1, 1939.
3. Бойчук Л.М. Обратный метод синтеза нелинейных систем управления. //Автореферат дис. ... канд. техн. наук. - К.: ИК АН УССР, 1967. - 24 с.
4. Тимченко А.А. Системні дослідження. Невідоме в математиці та способи його визначення // Вісник ЧДТУ. - 2006. - №4. - С. 192 - 194.
5. Тимченко А.А. Системні дослідження. Відкриття нових законів в автоматичці. // Вісник ЧДТУ. - 2007. - №1. - С. 152 - 157.