

13. Wang Y., Ramos I., Santiago-Aviles J. J. Optical bandgap and photoconductance of electrospun tin oxide nanofibers // Journal Of Applied Physics. – 2007. – Vol. 102. – P. 1–7.

**Люц В.А., Нагірняк С.В., Донцова Т.А.**

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»

## ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НАНОЧАСТИЦ СТАНУМА (IV) ОКСИДА, ПОЛУЧЕННЫХ CVD МЕТОДОМ

### Аннотация

Получено наночастицы станума (IV) оксида газотранспортным синтезом в отсутствие и присутствие кислорода в инертной атмосфере. Определено, что синтезированные наночастицы SnO<sub>2</sub> являются монокристаллами с размерами в диапазоне 50÷150 нм. Установлено, что при переходе от округлой формы частиц к вытянутой значение оптической ширины запрещенной зоны увеличивается. Обнаружено, что примесные количества железа значительно влияют на фотолюминесценцию наночастиц SnO<sub>2</sub>.

**Ключевые слова:** олова (IV) оксид, CVD метод, полупроводники, наночастицы, ширина запрещенной зоны, фотолюминесценция.

**Lutz V.A., Nagirnyak S.V., Dontsova T.A.**

National Technical University of Ukraine «Kyiv Polytechnic Institute»

## OPTICAL PROPERTIES OF THE NANO-AGENTS OF TIN (IV) OXIDE IS RECEIVED WITH CVD METHOD

### Summary

The tin (IV) oxide nanoparticles by transport method in absence and presence of oxygen in inert atmosphere were obtained. The synthesized SnO<sub>2</sub> nanoparticles are monocrystalline with size in the range 50÷150 nm. It was established that at the transition from the rounded shape of the particles to the elongated value of the optical band gap increases. It was found that impurity of iron significantly influences at the photoluminescence of SnO<sub>2</sub> nanoparticles.

**Keywords:** tin (IV) oxide, CVD method, semiconductors, nanoparticles, bandgap, photoluminescence.

УДК 681.5.015

## АЛГОРИТМ ДИНАМІЧНОЇ ІДЕНТИФІКАЦІЇ СКЛАДНИХ БАГАТОВИМІРНИХ ДИНАМІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ В ЧАСОВІЙ ОБЛАСТІ

**Рогач А.О.**

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

Висвітлено проблеми керування багатовимірними об'єктами управління термодинамічними процесами. Досліджено питання по алгоритму динамічної ідентифікації складних динамічних об'єктів в часовій області. Перехідні характеристики термодинамічних об'єктів управління. Проведено структурну та параметричну ідентифікацію кліматичної камери. Проведено порівняльну характеристику математичної та реальної моделі. **Ключові слова:** ідентифікація багатомірних об'єктів, параметрична ідентифікація, крива розгону, кліматична камера, термодинамічні процеси.

**Постановка проблеми.** В останні десятиліття завдяки бурхливому розвитку цифрової техніки управління проникає в усі галузі діяльності людини не тільки у виробничих умовах, а й у побуті. Якщо раніше автоматизувались окремі операції і агрегати, то тепер автоматизуються виробничі процеси, процеси проектування виробів і технологій, підготовки виробництва і повністю їхнього автоматичного управління, включаючи рішення задач

планування виробництва, придбання сировини, управління збутом і т.д. і т.п. Глобальні мережі надають нові широкі можливості для подальшого поглиблення завдань управління в економіці і в соціальній сфері. Природно, що вирішення завдань управління, отримання законів управління базується на деяких формально-математичних основах, що утворюють теорію управління. В основному це математика, орієнтована на потреби завдань управління.

Реальні промислові об'єкти управління зазвичай є багатовимірними, тобто мають кілька входів і кілька виходів [1]. У ряді випадків такі об'єкти можна промодельовати, нехтуючи другорядними впливами, а також другорядними керованими величинами. В результаті такого обґрунтованого спрощення можна отримати просту модель з двома (керуючим і возмущаючим), а в деяких випадках і з одним впливом, і з одного керованої величиною. Це істотно спрощує як аналіз об'єкта, так і розробку його системи автоматичного управління. Однак у багатьох випадках необхідно забезпечити управління декількома керованими величинами об'єкта, його вихідними величинами, шляхом впливу на декілька його входів, тобто зміни керуючих величин, плюс до того слід врахувати ще й кілька збурень. Особливість управління таким, досить складним в описі об'єктом, полягає в тому, що може статися, що вплив по одному входу призводить до зміни не однієї, а відразу декількох керованих величин. Таким чином, існують об'єкти, керовані величини яких залежать від декількох керуючих і збурюючих впливів і управління такими об'єктами досить складне заняття [2].

Об'єкт управління прийнято називати багатовимірним, якщо число його керованих параметрів більше одиниці. Система управління таким об'єктом називається багатовимірною. Зміна режиму роботи багатовимірного об'єкта здійснюється шляхом подання відповідних управляючих впливів – вхідних сигналів. У більшості випадків вхідні і вихідні координати взаємопов'язані, так що зміна лише однієї з вхідних величин призводить до виникнення процесів по всіх вихідних координатах.

При створенні теорії багатовимірних САУ переслідувалася мета по можливості зберегти термінологію, прийняту для простішого випадку систем з одним входом і одним виходом. Одним з основних понять теорії одновимірних систем управління є поняття ланки. Багатовимірна САУ являє собою з'єднання різних багатовимірних ланок [1].

Для управління кожною із перемінних будується свій канал. Таку систему можна представити структурною схемою, зображену на рис. 1. На схемі  $Y(t)$  – деякий вхідний сигнал. В такому випадку:

$$Y(t) = (y_1(t), y_2(t), y_3(t), \dots),$$

де, наприклад,  $y(t)$  – задане значення температури і т.п.;

$X_B(t) = (x_1(t), x_2(t), x_3(t), \dots)$  – векторний вихідний сигнал,

де  $x_1(t)$  – реальне значення температури і т.п.

Для спрощення міркувань розглянемо тільки два канали; тоді більш розвернуто схему можна представити у вигляді, зображеним на рис. 2. В якісно спроектованій системі канали  $y_1(t) \rightarrow x_1(t)$  та  $y_2(t) \rightarrow x_2(t)$  – незалежні, тобто вихід  $x_1(t)$  керується тільки сигналом  $y_1(t)$  і  $x_2(t)$  – сигналом  $y_2(t)$  (сигнал  $y_1(t)$  не впливає на  $x_2(t)$ , а  $y_2(t)$  на  $x_1(t)$ ).

В реальних же системах разом з основними каналами ОК<sub>1</sub> та ОК<sub>2</sub> за-

звичай містяться перехресні зв'язки ПЗ<sub>1</sub> (сигнал  $y_1(t)$  впливає на вихід  $x_2(t)$ ) та ПЗ<sub>2</sub> (сигнал  $y_2(t)$  впливає на вихід  $x_1(t)$ ).

При дослідженні такого роду систем, а також при синтезі регуляторів (коректуючі пристроїв КУ<sub>1</sub> та КУ<sub>2</sub>) необхідно враховувати перехресні зв'язки ПЗ<sub>1</sub> та ПЗ<sub>2</sub>.

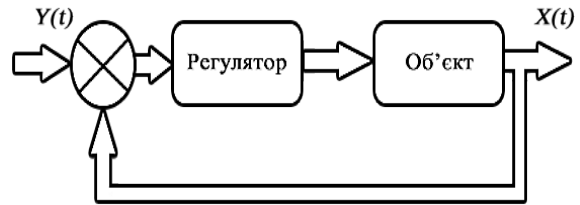


Рис. 1. Структурна схема багатовимірного об'єкта управління

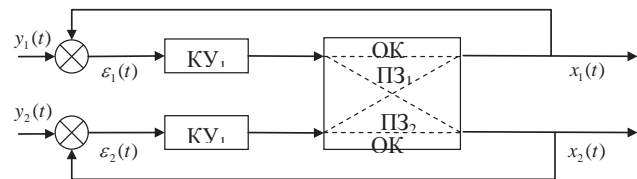


Рис. 2. Структурна схема двохмірної системи

В загальному виді об'єкт управління розглядається як ланка, як має вихідну координату  $y(t)$ , яка є керуючою змінною, і вхідну змінну  $x(t)$ , яка є керуючою дією. Математичною моделлю об'єкту управління є відношення, яке визначає відношення між вихідною і вхідною змінними:

$$y(t) = F [x(t)];$$

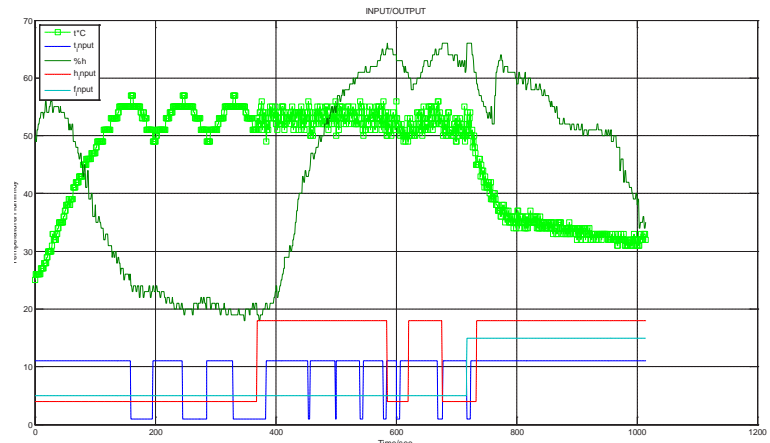


Рис. 3. Реакція об'єкта управління на три вхідних дії

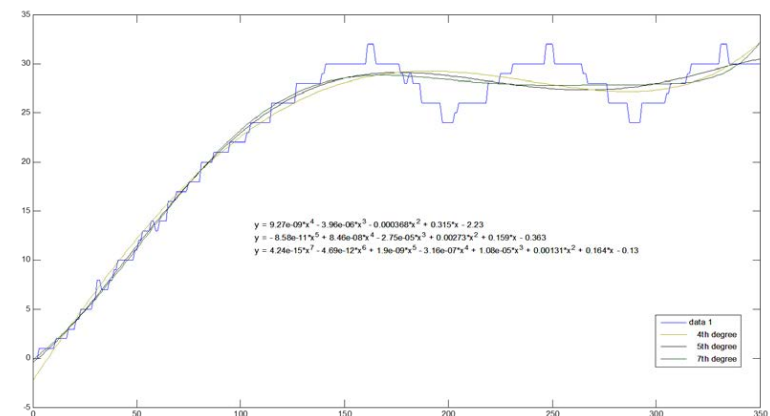


Рис. 4. Згладжування кривої розгону нагрівання

в іншому вигляді модель об'єкту може бути представлена передаточною функцією:

$$W_0(s) = \frac{Y(s)}{X(s)},$$

де  $s$  – оператор Лапласа;

$X(s)$  – зображення вхідної змінної в операторній формі;

$Y(s)$  – зображення вихідної координати в операторній формі.

На практиці об'єкт управління переважно апроксимується ланкою з передаточною функцією не вище 2-го порядку з запізненням.

Найбільш розповсюдженим і ефективним способом визначення статичних і динамічних характеристик об'єкта є дослідження реакції об'єкта на стрибкоподібну зміну вхідної величини [4]. Як правило, реальний об'єкт описується рівнянням досить високого порядку, але відносно великих (домінуючих) постійних часу – одна або дві. Тому, отримавши реакцію об'єкта на скачок керуючої дії, можна апроксимувати отриману криву перехідного процесу рівнянням 1-го або 2-го порядку з запізненням і визначити його коефіцієнти.

В нашому випадку (кліматична камера) вхідною дією є сигнал, який поступає від блоку порівняння сигналів [7]. Блок діє наступним чином: якщо необхідна температура менша за встановлену, на виході отримуємо одиницю, яка подається на блоки які відповідають за вивід сигналу на контролер, від якого сигнал поступає на схему включення нагрівного елементу, в противному випадку ми отримуємо сигнал нульового рівня. Вихідна змінна поступає на вхід контролера і подалі записується у файл.

Подальша обробка сигналів проводиться математичними блоками. Результат записується в файл у вигляді масиву. Частота опитування встановлюється оператором.

Загрузку та їх подальшу обробку проводимо в програмному пакеті MATLAB.

У набір базових функцій MATLAB включені функції і засоби для вирішення наступних завдань: наближення даних поліномами в сенсі найменших квадратів, інтерполяції одновимірних і багатовимірних даних сплайнами, інтерполяція розкиданих даних і рішення деяких задач обчислювальної геометрії. Використовуючи функції мінімізації MATLAB, досить просто самостійно реалізувати підбір параметрів в нелінійній моделі [5]. Для вирішення задачі про наближення одновимірних даних було обрано найпростіший але цілком функціональний засіб – Basic Fitting, доступного з графічного вікна.

Подібні операції проводяться для всіх кривих розгону для полегшення проведення розрахунків.

Передаточна функція для кривої розгону збурення по вологості при нагріванні:

$$W_2(s) = \frac{ke^{-\tau_0 s}}{(39s + 1)^2}$$

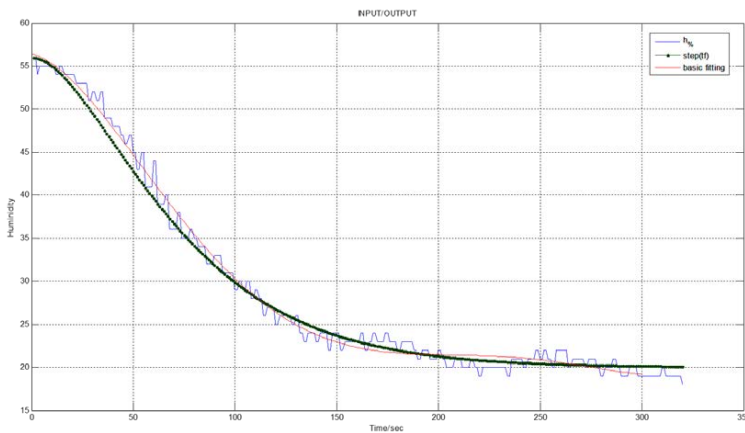


Рис. 5. Накладення кривої розгону ідентифікованого об'єкта, реального та згладженої при нагріванні (вологість знижується)

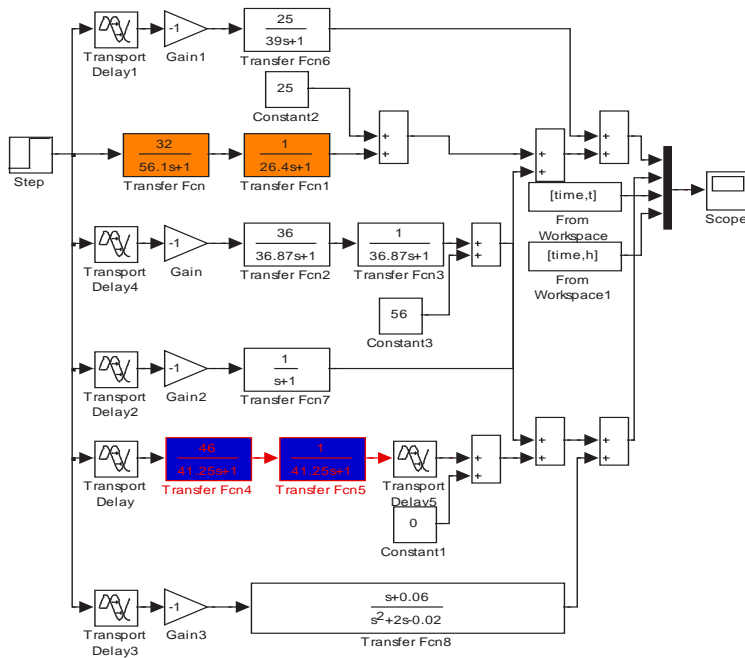


Рис. 6. Загальна функціональна схема САУ

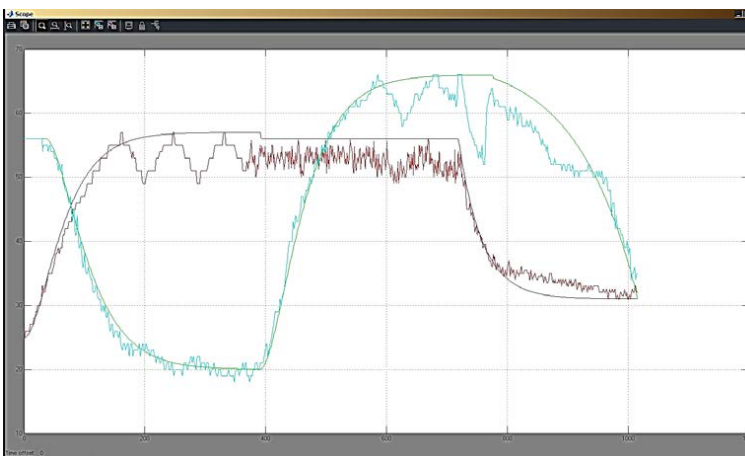


Рис. 7. Перехідні процеси об'єкта управління з перехресними зв'язками (реального та ідентифікованого)

Здійснювши ідентифікацію можна приступити до розробки функціональної схеми об'єкта управління. Зробивши аналіз структури блок-схеми віртуального приладу складаємо загальну схему САУ.

Згідно осцилограми (рис. 3) показана реакція об'єкта на три вхідні дії. Перша вихідна величина (температура) залежить не тільки від впливу по першому входу, але й від впливу по другому входу, так само і друга величина (вологість). Третя ж вхідна дія впливає на дві величини одночасно.

За початкової частини осцилограми першої вихідної величини, тобто здійснювалося тільки нагрівання, можна зробити висновок, що друга величина зменшується (вологість), при збільшенні першої (температури). На 370 секунд з'являється ступеневий одиничний вплив на другому вході об'єкта, і це призводить до зменшення першої вихідної величини. При третьому ступеневому одиничному впливі спостерігається одночасний вплив на дві величини.

Структура даного об'єкту показує, що зв'язки є з кожного входу до кожного виходу. Як видно,

кожна вихідна величина залежить не тільки від власної керуючої, але і від іншої величини, яку можна розглядати як збурення. По суті в реальних лінійних об'єктах зв'язки можуть бути більш складними, але їх можна привести приблизно до такого виду, хіба що ланки запізнювання можуть виявитися ще й в інших зв'язках.

**Висновки.** Таким чином, при управлінні багатомірним об'єктом з перехресними зв'язками слід враховувати і компенсувати реакцію керуваних величин на інші, крім «свого» керуючого впливу, які можуть розглядатися з точки зору управління об'єктом по першій керуваній величині як збурення.

У зв'язку з цим основне підтвердження моделі полягає в тому, щоб переконатися в можливості використання отриманої моделі для вирішення того завдання, ради якого ця модель будувалася. Тому адекватність припускає відтворення моделлю з необхідною повнотою всіх властивостей об'єкту, істотних для цілей даного дослідження [6].

## Список літератури:

1. Изерман Р. Цифровые системы управления. – М.: Мир, 1984. – Стр. 240.
2. Катковник Я. К., Полуэктов Р. А. Многомерные дискретные системы управления. – М.: Наука, 1966. – С. 50.
3. Рей У. Методы управления технологическими процессами. – М.: Мир, 1983. – С. 28-39.
4. Новиков С. И. Практическая идентификация динамических характеристик объектов управления теплоэнергетического оборудования. – Н.: НГТУ, 2005. – С. 28.
5. Режим доступа URL:<http://matlab.exponenta.ru/spline/book1/6.php>
6. Рогач А. О. Стендовое оборудование для дистанционных курсов технического спрямування: Матеріали 2-ого Всеукраїнського Науково-практичного семінару «Сучасні інформаційні технології в дистанційній освіті». – Івано-Франківськ, 2013. – С. 67-69.
7. Рогач А. О., Сав'юк Л. О. Комплексний підхід апаратно-програмної реалізації віртуальних лабораторних практикумів: Збірник праць восьмої міжнародної конференції «Нові інформаційні технології в освіті для всіх: безперервна освіта». – Київ. – 2013. – С. 305-308.

**Рогач А.О.**

Ивано-Франковский национальный технический университет нефти и газа

## АЛГОРИТМ ДИНАМИЧЕСКОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ СЛОЖНЫХ МНОГОМЕРНЫХ ДИНАМИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ ВО ВРЕМЕННОЙ ОБЛАСТИ

### Аннотация

Освещены проблемы управления многомерными объектами управления термодинамическими процессами. Исследован вопрос по алгоритму динамической идентификации сложных динамических объектов во временной области. Переходные характеристики термодинамических объектов управления. Проведена структурная и параметрическая идентификация климатической камеры. Проведена сравнительная характеристика математической и реальной модели.

**Ключевые слова:** идентификация многомерных объектов, параметрическая идентификация, кривая разгона, климатическая камера, термодинамические процессы.

**Rohach A.O.**

Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas

## ALGORITHM FOR DYNAMIC IDENTIFICATION OF COMPLEX MULTIVARIATE DYNAMIC OBJECTS IN THE TIME DOMAIN

### Summary

The problems of management control multidimensional objects thermodynamic processes were described. The question on the dynamic identification algorithm of complex dynamic objects in the time domain studied. Transitional thermodynamic characteristics of facilities management showed. A structural and parametric identification of climatic chamber studied. Description of mathematical models and real corporatized.

**Keywords:** identification of multi-dimensional objects, parametric identification, curve acceleration, climate chamber, thermodynamic processes.