



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) UA

(11) 97566

(13) U

(51) МПК

G05B 13/04 (2006.01)

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: **u 2014 09795**

(22) Дата подання заявки: **05.09.2014**

(24) Дата, з якої є чинними
права на корисну
модель: **25.03.2015**

(46) Публікація відомостей **25.03.2015, Бюл.№ 6**
про видачу патенту:

(72) Винахідник(и):

**Кишенько Василь Дмитрович (UA),
Ладанюк Анатолій Петрович (UA),
Ковпак Роман Васильович (UA)**

(73) Власник(и):

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ,
вул. Володимирська, 68, м. Київ-33, 01601
(UA)**

(54) СПОСІБ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМ ОБ'ЄКТОМ НА ОСНОВІ ПРОГНОСТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ

(57) Реферат:

Спосіб автоматичного керування технологічним об'єктом на основі прогностичних моделей передбачає визначення сигналу розузгодження, формування керуючої дії згідно з пропорційно-інтегрально-диференціальним законом, визначення прогностичної складової і формування керуючої дії на виконавчий механізм шляхом алгебраїчного додавання керуючої дії від контролера і прогностичної складової на суматорі. Сигнал розузгодження розділяється на трендову, періодичну і випадкову складові, для кожної з якої на основі відповідних математичних моделей формуються окремі складові прогнозу, що надходять на суматор.

UA 97566 U

Корисна модель належить до способів керування нестационарним технологічним об'єктом.

Як аналог вибраний патент США 7451004 В2, опублікований 11.11.2008 [On-line adaptive model predictive control in process control system], в якому формулюється спосіб адаптивного керування на основі прогнозування, згідно з яким в режимі реального часу проводиться ідентифікація прогностичної моделі за інформацією, що надходить від об'єкта керування.

Основним недоліком аналога є те, що прогностична модель не враховує різноманітностей поведінки об'єкта, що значно знижує швидкодію прийняття рішень по керуванню.

Як найближчий аналог вибраний спосіб формування керуючого впливу для промислового об'єкта керування [Патент Російської федерації RU №2450303 С1 від 10.05.2012], бюлетень № 13, який передбачає визначення сигналу розузгодження, формування керуючої дії згідно з пропорційно-інтегрально-диференціальним законом, яка реалізується виконавчим механізмом промислового об'єкта керування. При цьому в кожний момент вимірювання обчислюють різницю між математичним сподіванням технологічного параметра і його заданим значенням і при умові, якщо ця різниця стане меншою ніж порогове значення закінчують вимірювання і за різницею між сталою часу об'єкта і інтервалом часу вимірювання знаходять діапазон часу прогнозування, а також за поліноміальною залежністю обчислюють прогнозоване значення технологічного параметра, в результаті чого формують управляючу дію на виконавчий механізм шляхом алгебраїчного додавання прогнозованої складової і складової управляючої дії від регулятора.

Недоліком такого способу є неврахування складових сигналу технологічного параметра, які по різному діють на об'єкт керування, маючи різний спектр частот дії, різний коефіцієнт впливу на об'єкт, що приводить до зниження точності керування.

В основу корисної моделі поставлена задача підвищення точності регулювання технологічного параметра.

Технічним результатом запропонованого способу є розширення функціональних можливостей системи керування за рахунок точнішого прогнозування поведінки об'єкта з урахуванням особливостей цієї поведінки.

Поставлена задача вирішується за допомогою формування керуючої дії згідно з пропорційно-інтегрально-диференціальним законом, визначення прогнозованої складової і формування керуючої дії на виконавчий механізм шляхом алгебраїчного додавання керуючої дії від контролера і прогнозованої складової на суматорі, згідно з корисною моделлю, сигнал розузгодження розділяється на трендову, періодичну і випадкову складові, для кожної з якої на основі відповідних математичних моделей формуються окремі складові прогнозу, що надходять на суматор.

Причинно-наслідковий зв'язок між запропонованими технічними ознаками та очікуваним результатом полягає в використанні контролера, в якому реалізований пропорційно-інтегрально-диференціальний закон керування, на вхід якого в кожний момент часу подається сигнал розузгодження між вимірюваним і заданим значеннями технологічного параметра, а на виході контролера отримують керуючу дію, яка подається на виконавчий механізм об'єкта керування. Крім того, прогнозують поведінку об'єкта, розділяючи значення технологічного параметра на трендову, періодичну та випадкову складові:

$$x(t) = Q(t) + P(t) + S(t),$$

де

$Q(t)$ - тренд - стійкі систематичні змінювання;

$P(t)$ - періодична складова - коливання відносно тренду;

$S(t)$ - нерегулярна складова - випадковий шум.

Для виділення трендової складової використовується поліноміальна модель:

$$Q(t) = a_0 + a_1 t + a_2 t^2 + a_3 t^3,$$

де a_0, a_1, a_2, a_3 - коефіцієнти,

t - час.

Періодична складова представлена рядом Фур'є:

$$P(t) = \sum_{k=1}^n (a_k \cos 2\pi f_k t + b_k \sin 2\pi f_k t),$$

де n - кількість частот, включених в модель;

a_k, b_k - коефіцієнти розкладання;

f_k - частота.

Прогнозування випадкової складової здійснюється на основі статистичної характеристики як математичного сподівання $M[X(t)]$ і коваріаційної функції $r_X(\Theta)$:

$$\bar{X}(t_0 + \Theta) = M_{X(t)} + r_X(\Theta)[X(t_0) - M[X(t)]],$$

де \bar{x} - прогнозоване значення;

$r_x(\Theta)$ - коефіцієнт кореляції.

Корисна модель пояснюється кресленням де показана функціональна схема системи автоматичного керування технологічним об'єктом з урахуванням прогнозної складової.

5 На кресленні представлені блоки:

- Задавальний елемент - для введення заданого значення технологічного параметра;

- Елемент порівняння - для порівняння заданого і дійсного значення технологічного параметра і формування сигналу розузгодження;

- Контролер - для формування керуючого сигналу;

10 - Суматор - для алгебраїчного підсумовування складових прогнозної складової і сигналу керуючого впливу;

- Виконавчий механізм - для формування керуючого впливу на технологічний об'єкт;

- Об'єкт керування - технологічний об'єкт;

- Датчик - для вимірювання значення контрольованого параметра;

15 - Блок визначення складових сигналу - для декомпозиції значення параметра на складові: трендову, періодичну і випадкову;

- Блок прогнозування трендової складової - для формування прогнозованого значення трендової складової;

20 - Блок прогнозування періодичної складової - для формування прогнозованого значення періодичної складової;

- Блок прогнозування випадкової складової - для формування прогнозованого значення випадкової складової.

На кресленні використовуються такі позначення сигналів:

$X_{\text{зад}}$ - задане значення технологічного параметра;

25 $\Delta x(t)$ - сигнал розузгодження;

$U(t)$ - керуючий сигнал від ШД-регулятора;

$\bar{U}(t)$ - сигнал, еквівалентний керуючому впливу з урахуванням складових прогнозування;

$x(t)$ - фактичне значення технологічного параметра;

$Q(t)$ - сигнал трендової складової вимірюваного параметра;

30 $P(t)$ - сигнал періодичної складової вимірюваного параметра;

$S(t)$ - сигнал випадкової складової вимірюваного параметра.

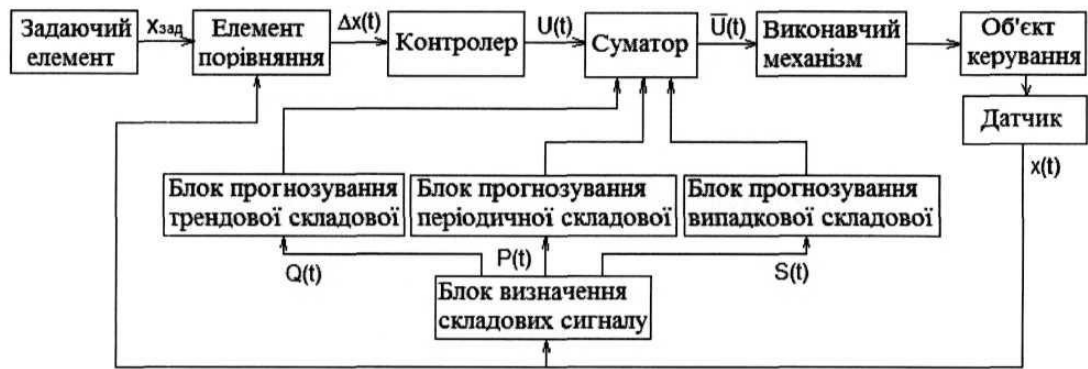
Спосіб реалізується наступним чином: в кожний момент часу датчиком вимірюється значення технологічного параметра, далі цей сигнал піддається декомпозиції на складові (трендову, періодичну і випадкову). Відповідно до значень складових формується прогноз за 35 кожною з них про перебіг процесу, на основі якого вносять коригуючу дію, на керування шляхом алгебраїчного додавання сигналів прогнозу із сигналом керування від контролера.

Скоригована згідно з прогнозом керуюча дія $\bar{U}(t)$ завдяки виконавчому механізму реалізується на об'єкті керування.

40 Технічним результатом запропонованого способу є розширення функціональних можливостей системи керування за рахунок точнішого прогнозування поведінки об'єкта з урахуванням особливостей цієї поведінки.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

45 Спосіб автоматичного керування технологічним об'єктом на основі прогностичних моделей, що передбачає визначення сигналу розузгодження, формування керуючої дії згідно з пропорційно-інтегрально-диференціальним законом, визначення прогнозної складової і формування керуючої дії на виконавчий механізм шляхом алгебраїчного додавання управляючої дії від контролера і прогнозної складової на суматорі, який **відрізняється** тим, що сигнал розузгодження розділяється на трендову, періодичну і випадкову складові, для кожної з якої на 50 основі відповідних математичних моделей формуються окремі складові прогнозу, що надходять на суматор.



Комп'ютерна верстка А. Крулевський

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Урицького, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут промислової власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601