



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **134154** (13) **U**
(51) МПК (2019.01)
G06F 17/40 (2006.01)
G06F 15/00
G05B 23/02 (2006.01)

МІНІСТЕРСТВО
ЕКОНОМІЧНОГО
РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

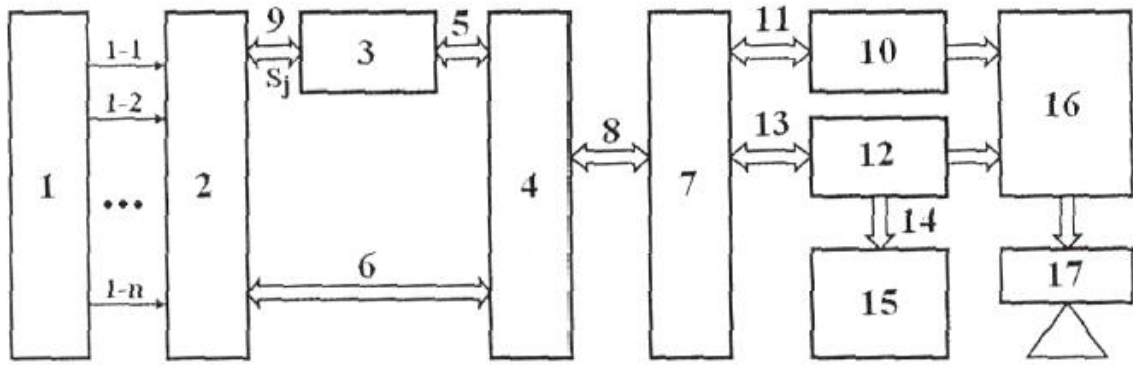
<p>(21) Номер заявки: u 2018 09554</p> <p>(22) Дата подання заявки: 24.09.2018</p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 10.05.2019</p> <p>(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 10.05.2019, Бюл.№ 9</p>	<p>(72) Винахідник(и): Пітух Ігор Романович (UA), Возна Наталія Ярославівна (UA), Николайчук Ярослав Миколайович (UA), Николайчук Любов Михайлівна (UA)</p> <p>(73) Власник(и): Пітух Ігор Романович, вул. Куліша, 7, кв. 11, м. Бучач, Тернопільська обл., 48000 (UA), Возна Наталія Ярославівна, вул. Київська, 11-б, кв. 21, м. Тернопіль, 46016 (UA), Николайчук Ярослав Миколайович, вул. В. Великого, 14-а, м. Надвірна, Івано- Франківська обл., 78400 (UA)</p>
---	--

(54) СПОСІБ КОНТРОЛЮ ПАРАМЕТРІВ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ

(57) Реферат:

Спосіб контролю параметрів технологічного процесу включає циклічний вимір значень кожного параметра і їхнє запам'ятовування, визначення стану технологічного процесу шляхом порівняння вимірюваних значень параметра з граничними уставками, ідентифікацію стану квазістаціонарного об'єкта, визначення структурної автокореляційної функції та нормованого коефіцієнта взаємкореляції, за якими порівнюють ковзні статистичні характеристики математичного сподівання, визначають вибіркоче та зважене ковзне математичні сподівання, здійснюють контроль відхилень параметрів технологічного процесу по спектру в області можливих значень норми, контроль кластерної моделі матриці ймовірностей переходу технологічного процесу з одного стану в інший, контроль оцінки кореляційної міри ентропії стану технологічного процесу та формування еталонного зображення образно-кластерної моделі стану технологічного процесу "норма", порівняння параметрів еталонного стану з вимірними, спостережуваними та розрахованими параметрами технологічного процесу "норма", "прогноз аварії" та "аварія" та ідентифікацію етапу технологічного процесу відображенням на моніторі оператора образно-кластерної моделі, згідно з корисною моделлю процес виміру та ідентифікації станів об'єкта контролю включає додаткове формування та здійснення аудіоповідомлень, які уточнюють характеристики відхилення стану об'єкту управління від норми.

UA 134154 U



Корисна модель належить до контрольно-вимірювальної техніки для контролю процесу виміру та ідентифікації станів технологічного процесу у системах збору та підготовки інформації автоматизованих систем керування технологічними процесами складних виробничих комплексів, зокрема для контролю та ідентифікації етапів "норми", "прогноз аварії" та "аварії" для технологічних процесів та об'єктів, які характеризуються підвищеним рівнем вибухо- та екологічної безпеки, наприклад об'єктів атомної, енергетичної та нафтогазової промисловості.

Відомий спосіб контролю параметрів технологічного об'єкта, який реалізований у пристрої контролю роботи технологічного об'єкта [Патент України на корисну модель № 68874. - 10.04.2012р., Бюл. № 7].

Суть способу полягає у тому, що стани технологічного об'єкта "норма", "прогноз аварії" та "аварія" розраховуються на основі вимірних параметрів та обчисленої кластерної моделі і кожен з цих станів відображається на окремому індикаторі.

Недоліком такого способу є звужені функціональні можливості та низька інформативність, оскільки результатом аналізу технологічного процесу є контроль відхилення від норми тільки ймовірнісних переходів кластерної моделі без врахування його вимірних та розрахованих статистичних характеристик. Також недоліком є контроль параметрів технологічного процесу шляхом відображення його станів "норма", "прогноз аварії" та "аварія" на багатьох окремих індикаторах, які здійснюють тільки реєстрацію факту відхилення від норми і не дозволяють інтегровано ідентифікувати ці стани у вигляді структуризованої образно-кластерної фейс-моделі.

Відомий спосіб контролю параметрів технологічного процесу [декларацийний патент України на корисну модель №71122. - 10.07.2012 р., Бюл. № 13].

Відомий спосіб контролю параметрів технологічного процесу включає циклічний вимір значень кожного параметра і їхнє запам'ятовування, визначення стану технологічного процесу шляхом порівняння вимірюваних значень параметра в області можливих значень норми, ідентифікацію стану квазістаціонарного об'єкта, визначення структурної автокореляційної функції та нормованого коефіцієнта взаємкореляції, за якими порівнюють:

ковзні статистичні характеристики математичного сподівання, згідно виразами:

$$L_1 = \begin{cases} 0, a_1 < M_j < a_2 \\ 1, a_1 \geq M_j \geq a_2 \end{cases},$$

де $M_j = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i+j}^{n+j} x_{i+j}$, $i = 1, 2, \dots, l$, n - число контрольованих параметрів технологічного об'єкту;

структурну кореляційну функцію, згідно з виразом:

$$L_2 = \begin{cases} 0, b_1 < C_{xx}(j) < b_2 \\ 1, b_1 \geq C_{xx}(j) \geq b_2 \end{cases},$$

де $C_{xx}(j) = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i+j}^{n+j} (x_i - x_{i-j})^2$, $j = \overline{0, m}$;

коефіцієнти нормованої взаємкореляції між двома параметрами, згідно з виразом:

$$L_3 = \begin{cases} 0, 0 < \rho_{xy} < 1 \\ 1, 0 \geq \rho_{xy} \geq -1 \end{cases},$$

де $\rho_{xy} = \frac{R_{xy}(0)}{\sigma_x \cdot \sigma_y}$, $\sigma_x = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i+j}^{n+j} (x_i - M_x)^2$, $\sigma_y = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i+j}^{n+j} (y_i - M_y)^2$.

Таким чином згідно приведені сукупності вимірних та визначених параметрів технологічного процесу в даному способі виконується наступна послідовність операцій згідно характеристичного функціоналу контролю стану технологічного процесу:

$$X_{ТП} = F(\{x_i\}, \{y_i\}, S, M_j, M_{x_j}, M_{y_j}, \sigma_x, \sigma_y, C_{xx}(j), R_{xy}(0), \rho_{xy}, L_1, L_2, L_3),$$

де: $\{x_i\}, \{y_i\}$ - вимірювання параметрів технологічного процесу; S - ідентифікація квазістаціонарного стану технологічного процесу; M_j, M_{x_j}, M_{y_j} - визначення ковзних статистичних характеристик математичного сподівання; σ_x, σ_y - визначення середньоквадратичних оцінок дисперсії; $C_{xx}(j)$ - визначення структурної кореляційної функції; $R_{xy}(0)$ - визначення центрованої взаємкореляційної функції в нульовій точці між параметрами x_i, y_i, ρ_{xy} - визначення коефіцієнта нормованої взаємкореляції між кожною парою параметрів, на основі

яких визначаються L_1, L_2, L_3 - логіко-статистичні оцінки порівняння вимірюваних значень параметрів в області можливих значень норми, відповідно по амплітуді (L_1), по динаміці (L_2) та фазі (L_3).

Недоліком відомого способу є звужені функціональні можливості, які обумовлені тим, що контроль параметрів технологічного процесу не здійснюється шляхом визначення вибірових та зважених ковшних математичних сподівань параметрів технологічного процесу, порівняння спектральних характеристик вимірювальних значень параметрів технологічного процесу в області можливих значень норми, визначення матриці ймовірностей переходу технологічного процесу з одного стану в інший, визначення оцінки кореляційної ентропії технологічного процесу, формування еталонного зображення образно-кластерної моделі стану технологічного процесу "норма", порівняння параметрів еталонного стану з вимірними, спостережуваними та розрахованими параметрами технологічного процесу "норма", "прогноз аварії" та "аварія" та ідентифікацію стану технологічного процесу відображення на моніторі оператора у вигляді образно-кластерної моделі, що знижує інформативність ідентифікації стану технологічного процесу.

Як найближчий аналог вибрано спосіб контролю параметрів технологічного процесу [Патент України на корисну модель №107039. - 25.05.2016 р., Бюл. № 10], що включає циклічний вимір значень кожного параметра і їхнє запам'ятовування, визначення стану технологічного процесу шляхом порівняння вимірюваних значень параметра з граничними уставками, ідентифікацію стану квазістаціонарного об'єкта, визначення структурної автокореляційної функції та нормованого коефіцієнта взаємкореляції, за якими порівнюють ковшні статистичні характеристики математичного сподівання, визначають вибірове та зважене ковшне математичні сподівання, здійснюють контроль відхилень параметрів технологічного процесу по спектру в області можливих значень норми, контроль кластерної моделі матриці ймовірностей переходу технологічного процесу з одного стану в інший, контроль оцінки кореляційної міри ентропії стану технологічного процесу та формування еталонного зображення образно-кластерної моделі стану технологічного процесу "норма", порівняння параметрів еталонного стану з вимірними, спостережуваними та розрахованими параметрами технологічного процесу "норма", "прогноз аварії" та "аварія" та ідентифікацію стану технологічного процесу відображенням на моніторі оператора образно-кластерної моделі.

Контроль параметрів технологічного процесу з можливістю передбачення розвитку передаварійних та аварійних станів технологічного процесу відомим способом здійснюється згідно наступної послідовності операцій:

$$X_{ТП} = F(\{x_i\}, \{y_i\}, S, M_j, M_{x_j}, M_{y_j}, \sigma_x, \sigma_y, C_{xx}(j), R_{xy}(0), \rho_{xy}, L_1, L_2, L_3, M_x, M_y, M_{vx}, M_{vy}, L_4, P_{ij}, I_x)$$

де M_x, M_y - контроль вибірових математичних сподівань;

M_{vx}, M_{vy} - контроль зважених математичних сподівань;

L_4 - контроль відхилень параметрів технологічного процесу по спектру в області можливих значень норми;

P_{ij} - контроль кластерної моделі матриці ймовірностей переходу технологічного процесу з одного стану в інший;

I_x - контроль відхилень параметрів технологічного процесу згідно кореляційної міри ентропії.

Недоліком такого способу є звужені функціональні можливості та недостатня інформативність, оскільки відображення образно-кластерної моделі, яка ідентифікує стан "норма", "прогноз аварії", та "аварія" відображається тільки на екрані монітора у вигляді фейс-моделі без звукового аудіо-супроводу як застережного чи рекомендаційного повідомлення, а також діалогових інструкцій по уточненню характеристик відхилення стану об'єкту управління від норми.

В основу корисної моделі поставлена задача удосконалення способу контролю параметрів технологічного процесу шляхом розширення функціональних можливостей та збільшення його інформативності додатковим введенням операції формування та звукового аудіо-супроводу як застережного чи рекомендаційного повідомлення, по уточненню характеристики відхилення стану об'єкту управління від норми.

Поставлена задача вирішується тим, що спосіб контролю параметрів технологічного процесу, який включає циклічний вимір значень кожного параметра і їхнє запам'ятовування, визначення стану технологічного процесу шляхом порівняння вимірюваних значень параметра з

граничними уставками, ідентифікацію стану квазістаціонарного об'єкта, визначення структурної автокореляційної функції та нормованого коефіцієнта взаємкореляції, за якими порівнюють ковзні статистичні характеристики математичного сподівання, визначають вибіркове та зважене ковзне математичні сподівання, здійснюють контроль відхилень параметрів технологічного процесу по спектру в області можливих значень норми, контроль кластерної моделі матриці ймовірностей переходу технологічного процесу з одного стану в інший, контроль оцінки кореляційної міри ентропії стану технологічного процесу та формування еталонного зображення образно-кластерної моделі стану технологічного процесу "норма", порівняння параметрів еталонного стану з вимірними, спостережуваними та розрахованими параметрами технологічного процесу "норма", "прогноз аварії" та "аварія" та ідентифікацію стану технологічного процесу відображенням на моніторі оператора образно-кластерної моделі та додаткове формування та здійснення аудіоповідомлень, які уточнюють характеристики відхилення стану об'єкту управління від норми.

Суть корисної моделі пояснюють креслення, де показана на фігурі 1, де 1-2, ... 1-n, блок збору інформації 2, до інформаційного входу якого підключені датчики 1-1, 1-2, ... 1-n, пульт оператора 3, пристрій підготовки інформації 4, першу шину 5, що з'єднує пристрій підготовки інформації 4 і пульт оператора 3, другу шину 6, що з'єднує пристрій підготовки інформації 4 і блок збору інформації 2, блок введення інформації 1, третю шину 8, що з'єднує блок виведення інформації 7, і пристрій підготовки інформації 4, шипу 9, що з'єднує пульт оператора 3 і блок збору інформації 2; яка містить постійний запам'ятовуючий пристрій (ПЗП) 10, вхід якого з'єднаний шиною 11 та першим виходом блоку виводу 7, а вихід ПЗП 10 з'єднаний з першим входом блоку порівняння 12, другий вхід якого з'єднаний шиною 13 з другим виходом блоку виводу 7, а вихід з'єднаний шиною 14 з монітором оператора 15, на якому відображається образно-кластерна модель, додатково містить блок комутації аудіоповідомлень 16, перший вхід якого з'єднаний з додатково введеним другим виходом ПЗП 10, другий вхід з'єднаний з другим додатково введеним виходом блоку порівняння 12, а вихід з'єднаний з входом додатково введеного випромінювача звукових сигналів 17.

Блок комутації аудіо-повідомлень призначений для формування звукових сигналів, які відображають інструкції по уточненню відхилень станів об'єкту управління від норми, комутація яких здійснюється інформаційними сигналами блоку порівняння 12 відповідно до спостережуваних відхилень параметрів технологічного процесу від норми. Реалізація випромінювача акустичних сигналів здійснюється у вигляді звукової колонки.

Приклад реалізації контролю станів технологічного процесу шляхом аудіо супроводження повідомленнями образно-кластерної моделі, яка відображається на моніторі оператора при виникненні станів "прогноз аварії" та "аварія" у порівнянні з еталонним показано в таблиці

Стан технологічного процесу	Параметри технологічного процесу									
	$\{x_i\}$	$\{y_i\}$	S	M_j	M_{xj}	M_{yj}	σ_x	σ_y	$C_{xx}(j)$	$R_{xy}(0)$
Еталон	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Норма	+	+	+	+	+	+	+	+	1	+
Прогноз аварії	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+
Аварія	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Текст аудіо-повідомлення	+	+	+	+	1	2	+	+	+	+

Стан технологічного процесу	Параметри технологічного процесу										
	ρ_{xy}	L_1	L_2	L_3	M_x	M_j	M_{xv}	M_{xj}	L_4	P_{ij}	I_x
Еталон	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Норма	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Прогноз аварії	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
Аварія	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+
Текст аудіо-повідомлення	+	3	4	5	+	+	+	+	6	+	+

У таблиці:
 1, 2 - відхилення ковзних математичних сподівань процесів x_i та y_i від уставок регуляторів
 3, 4, 5 - відхилення станів технологічного процесу по амплітуді, динаміці та фазі
 6 - недопустиме відхилення вібрацій об'єкта по спектру

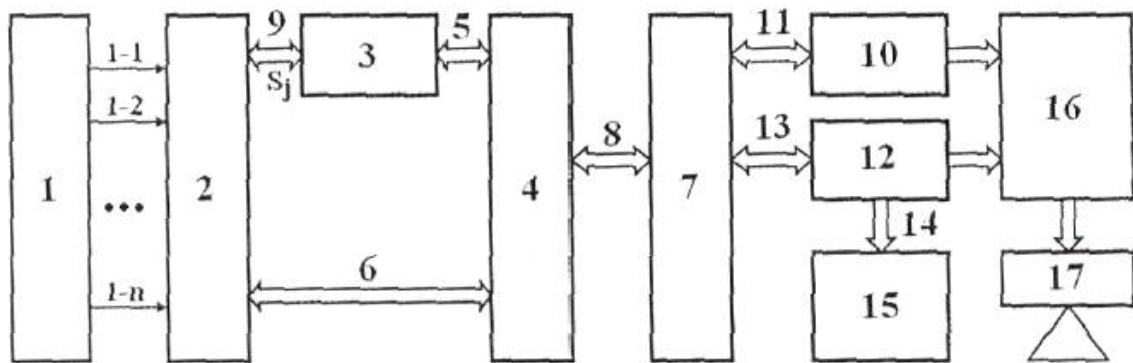
Фіг. - система контролю, що реалізує пропонуваній спосіб контролю параметрів технологічного процесу.

5 Формалізація та текстове формування аудіоповідомлень при виникненні нештатних ситуацій на об'єкті контролю може бути доволіно адаптованим експертною групою фахівців до конкретних умов контрольованого технологічного процесу.

10 Результатом запропонованого способу контролю параметрів технологічного процесу є розширення функціональних можливостей, яке досягнуто введенням додаткового аудіо супроводження повідомлень, які уточнюють характеристики відхилення стану об'єкту управління від норми та збільшують його інформативність, внаслідок чого збільшується швидкодія реакції оператора на виникнення нештатних ситуацій та покращення можливостей попередження виникнення вибухо- та екологічно небезпечних аварій на об'єктах.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

15 Спосіб контролю параметрів технологічного процесу, що включає циклічний вимір значень кожного параметра і їхнє запам'ятовування, визначення стану технологічного процесу шляхом порівняння вимірюваних значень параметра з граничними уставками, ідентифікацію стану квазістаціонарного об'єкта, визначення структурної автокореляційної функції та нормованого коефіцієнта взаємкореляції, за якими порівнюють ковзні статистичні характеристики математичного сподівання, визначають вибіркоче та зважене ковзне математичні сподівання, здійснюють контроль відхилень параметрів технологічного процесу по спектру в області можливих значень норми, контроль кластерної моделі матриці ймовірностей переходу технологічного процесу з одного стану в інший, контроль оцінки кореляційної міри ентропії стану технологічного процесу та формування еталонного зображення образно-кластерної моделі стану технологічного процесу "норма", порівняння параметрів еталонного стану з вимірними, спостережуваними та розрахованими параметрами технологічного процесу "норма", "прогноз аварії" та "аварія" та ідентифікацію етапу технологічного процесу відображенням на моніторі оператора образно-кластерної моделі, який **відрізняється** тим, що процес виміру та ідентифікації станів об'єкта контролю включає додаткове формування та здійснення аудіоповідомлень, які уточнюють характеристики відхилення стану об'єкту управління від норми.



Комп'ютерна верстка Л. Ціхановська

Міністерство економічного розвитку і торгівлі України, вул. М. Грушевського, 12/2, м. Київ, 01008, Україна

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