



МІНІСТЕРСТВО  
ЕКОНОМІЧНОГО  
РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ  
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **129198** (13) **U**  
(51) МПК (2018.01)  
**G01M 7/00**

## (12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

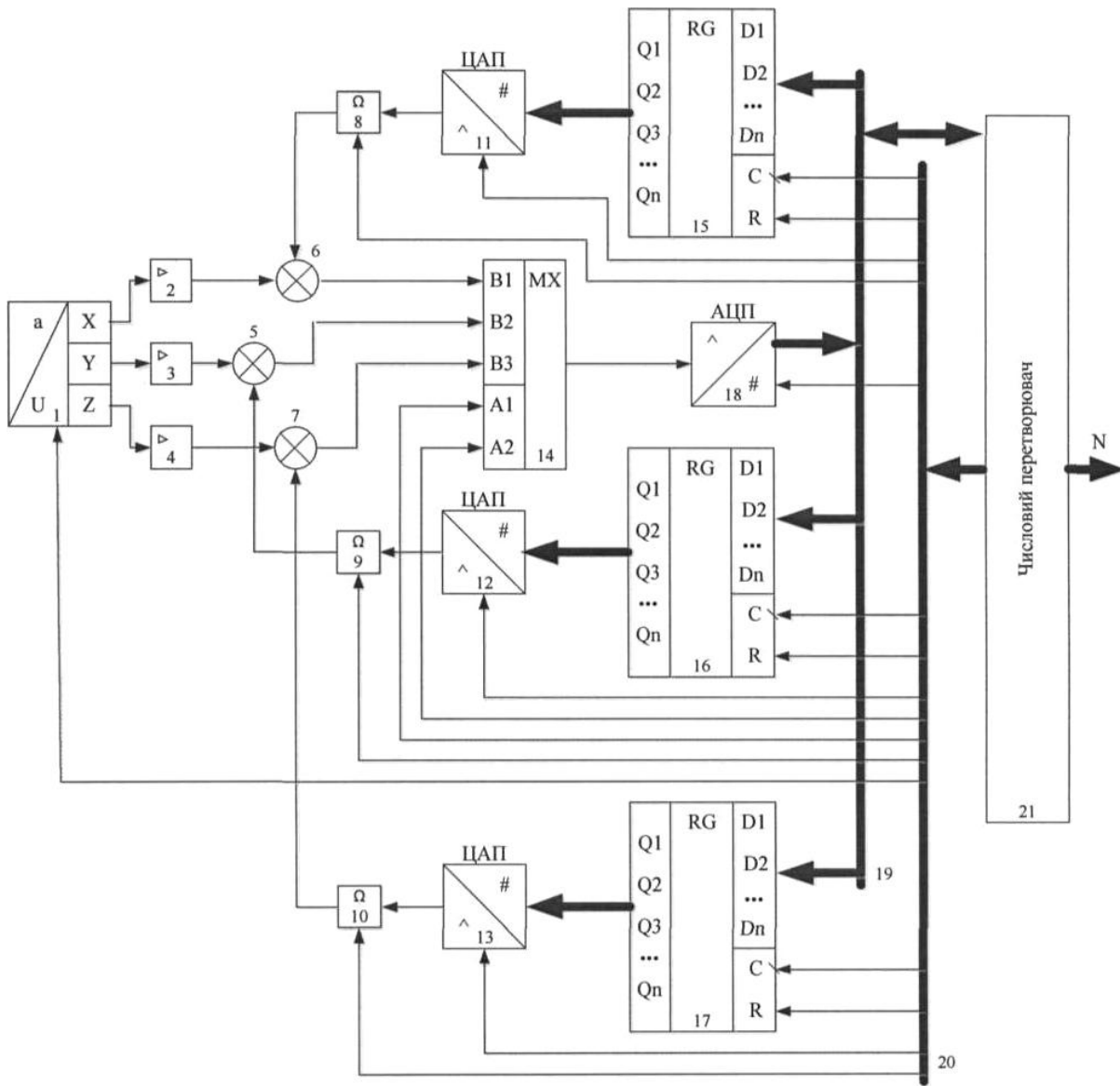
(21) Номер заявки: <b>u 2018 04078</b>	(72) Винахідник(и): <b>Граняк Валерій Федорович (UA), Кухарчук Василь Васильович (UA)</b>
(22) Дата подання заявки: <b>16.04.2018</b>	(73) Власник(и): <b>ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, Хмельницьке шосе, 95, м. Вінниця, 21021 (UA)</b>
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: <b>25.10.2018</b>	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: <b>25.10.2018, Бюл.№ 20</b>	

## (54) ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИЙ САМОКАЛІБРОВАННИЙ ЗАСІБ ВИМІРЮВАННЯ ВІБРОПРИСКОРЕННЯ

### (57) Реферат:

Інтелектуальний самокалібрований засіб вимірювання віброприскорення містить датчик віброприскорення, вхід якого з'єднаний з шиною керування, три нормуючих підсилювача, три аналогових суматора, аналоговий мультиплексор, перший та другий адресні входи якого з'єднані з шиною керування, а його вихід з'єднаний з першим входом аналого-цифрового перетворювача, другий вхід аналого-цифрового перетворювача з'єднаний з шиною керування, а його вихід з'єднаний з шиною даних, три цифро-аналогових перетворювача, другі входи яких з'єднані з адресною шиною, та мікроконтролер, вхід-вихід якого з'єднаний з шиною даних, перший вихід мікроконтролера з'єднаний з шиною керування, а другий вихід мікроконтролера є виходом пристрою.

UA 129198 U



Корисна модель належить до вібровимірювальної техніки і може бути використана для визначення миттєвих значень віброприскорення у вузлах машин та механізмів.

Відомий пристрій VIBRA 3350, що містить віброперетворювач, перестроюваний фільтр, аналого-цифровий перетворювач, блок обчислень, перетворювач середньоквадратичного значення, індикатор, причому вихід віброперетворювача з'єднаний зі входом перестроюваного фільтра, вихід якого з'єднаний зі входом аналого-цифрового перетворювача, вихід якого з'єднаний зі входом блока обчислень, вихід якого з'єднаний зі входом перетворювача середньоквадратичного значення, вихід якого з'єднаний зі входом індикатора (<http://www.vibra.com.ua/pdfs/3350rus.pdf> - опис продукції, Internet-представництво підприємства Vibra Laboratory).

Недоліками пристрою є обмежене його застосування для вібраційної діагностики і контролю тихохідних електричних машин та низька точність у наслідок наявності у результатах вимірювання систематичної похибки, обумовленої неточністю монтажу віброперетворювача.

Відомий також інтелектуальний засіб вимірювання віброприскорення (патент України на корисну модель № 105180 опубл. 10.03.2016 р.), вибраний як прототип, що містить датчик віброприскорення, аналого-цифровий перетворювач, три аналогових суматора, аналоговий мультиплексор, шість нормуючих підсилювачів, три цифро-аналогових перетворювача, шини даних, шини керування та мікроконтролер, причому виходи датчика віброприскорення з'єднані з першими входами першого, другого та третього аналогових суматорів відповідно, виходи першого, другого та третього аналогових суматорів відповідно з'єднані з входами першого, другого та третього нормуючих підсилювачів, а виходи першого, другого та третього нормуючих підсилювачів з'єднані відповідно з першим, другим та третім інформативними входами аналогового мультиплексора, перший та другий адресні входи аналогового мультиплексора з'єднані з шиною керування, вихід аналогового мультиплексора з'єднаний з першим входом аналого-цифрового перетворювача, другий вхід аналого-цифрового перетворювача з'єднаний з адресною шиною, вихід аналого-цифрового перетворювача з'єднаний з шиною даних, перші входи першого, другого та третього цифро-аналогових перетворювачів з'єднані з шиною даних, а їх другі входи з'єднані з адресною шиною, виходи першого, другого та третього цифро-аналогових перетворювачів з'єднані з входами четвертого, п'ятого та шостого нормуючих підсилювачів відповідно, а виходи четвертого, п'ятого та шостого нормуючих підсилювачів з'єднані з другими входами першого, другого та третього аналогових суматорів, відповідно, вхід-вихід мікроконтролера з'єднаний з шиною даних, перший вихід мікроконтролера з'єднаний з шиною керування, а другий вихід мікроконтролера є виходом пристрою.

Недоліками пристрою є низька точність у наслідок проміжного підсилення скоректованого сигналу та низька швидкодія, обумовлена необхідністю передачі через шини даних, з подальшим число-аналоговим перетворенням, коректуючих сигналів для кожної з осей у кожному циклі вимірювання.

В основу корисної моделі поставлено задачу створення інтелектуального самокаліброваного засобу вимірювання віброприскорення, в якому за рахунок введення нових елементів та зв'язків коректування вимірювальних сигналів здійснюються після проміжного підсилення, що призводить до підвищення точності вимірювання, та застосовуються регістри та блоки аналогової пам'яті, що дозволяють підвищити швидкодію засобу вимірювання.

Поставлена задача вирішується тим, що в інтелектуальному самокаліброваному засобі вимірювання віброприскорення міститься датчик віброприскорення, шина керування, три нормуючих підсилювача, три аналогових суматора, аналоговий мультиплексор, аналого-цифровий перетворювач, шина даних, три цифро-аналогових перетворювача, мікроконтролер, три регістри та три блоки аналогової пам'яті, причому вхід датчика віброприскорення з'єднаний з шиною керування, перший та другий адресні входи аналогового мультиплексора з'єднані з шиною керування, а його вихід з'єднаний з першим входом аналого-цифрового перетворювача, другий вхід аналого-цифрового перетворювача з'єднаний з шиною керування, а його вихід з'єднаний з шиною даних, другі виходи трьох цифро-аналогових перетворювачів з'єднані з адресною шиною, вхід-вихід мікроконтролера з'єднаний з шиною даних, перший вихід мікроконтролера з'єднаний з шиною керування, а другий вихід мікроконтролера є виходом пристрою, перший, другий та третій виходи датчика віброприскорення з'єднані з входами відповідно першого, другого та третього нормуючих підсилювачів, виходи яких відповідно з'єднані з першими входами першого, другого та третього аналогових суматорів, другі входи яких з'єднані відповідно з виходами першого, другого та третього блоків аналогової пам'яті, виходи першого, другого та третього аналогових суматорів відповідно з'єднані з першим, другим та третім інформативними входами аналогового мультиплексора, інформативні входи першого, другого та третього регістрів з'єднані з шиною даних, а їх управляючі входи з'єднані з шиною

керування, виходи першого, другого та третього регістрів з'єднані відповідно з першими входами першого, другого та третього цифро-аналогових перетворювачів, виходи яких відповідно з'єднані з першими входами першого, другого та третього блоків аналогової пам'яті, другі входи першого, другого та третього блоків аналогової пам'яті з'єднані з шиною керування.

5 На кресленні представлено структурну схему пристрою.

Пристрій містить датчик віброприскорення 1, шину керування 20, перший 2, другий 3 та третій 4 нормуючі підсилювачі, перший 5, другий 6 та третій 7 аналогові суматори, аналоговий мультиплексор 14, аналого-цифровий перетворювач 18, шину даних 19, перший 11, другий 12 та третій 13 цифро-аналогові перетворювачі, мікроконтролер 21, перший 15, другий 16 та третій 17 регістри та перший 8, другий 9 та третій 10 блоки аналогової пам'яті, причому вхід датчика віброприскорення 1 з'єднаний з шиною керування 20, перший та другий адресні входи аналогового мультиплексора 14 з'єднані з шиною керування 20, а його вихід з'єднаний з першим входом аналого-цифрового перетворювача 18, другий вхід аналого-цифрового перетворювача 18 з'єднаний з шиною керування 20, а його вихід з'єднаний з шиною даних 19, другі виходи першого 11, другого 12 та третього 13 цифро-аналогових перетворювачів з'єднані з адресною шиною 20, вхід-вихід мікроконтролера 21 з'єднаний з шиною даних 19, перший вихід мікроконтролера 21 з'єднаний з шиною керування 20, а другий вихід мікроконтролера є виходом пристрою, перший, другий та третій виходи датчика віброприскорення 1 з'єднані з входами відповідно першого 2, другого 3 та третього 4 нормуючого підсилювача, виходи яких відповідно з'єднані з першими входами першого 6, другого 5 та третього 7 аналогового суматора, другі входи яких з'єднані відповідно з виходами першого 8, другого 9 та третього 10 блока аналогової пам'яті, виходи першого 6, другого 7 та третього 8 аналогового суматора відповідно з'єднані з першим, другим та третім інформативними входами аналогового мультиплексора 14, інформативні входи першого 15, другого 16 та третього 17 регістра з'єднані з шиною даних 19, а їх управляючі входи з'єднані з шиною керування 20, виходи першого 15, другого 16 та третього 17 регістра з'єднані відповідно з першими входами першого 11, другого 12 та третього 13 цифро-аналогового перетворювача, виходи яких відповідно з'єднані з першими входами першого 11, другого 12 та третього 13 блока аналогової пам'яті, другі входи першого 11, другого 12 та третього 13 блока аналогової пам'яті з'єднані з шиною керування 20.

30 Пристрій працює наступним чином.

Вимірювання рівнів сигналів з виходів датчика віброприскорення 1.

3 З першого, другого та третього виходів датчика віброприскорення 1 на перші входи відповідно першого 2, другого 3 та третього 4 нормуючого підсилювача надходять сигнали, що відповідають поточному рівню віброприскорення по трьом осям координат (X, Y, Z). У першому 2, другому 3 та третьому 4 нормуючих підсилювачах зазначені сигнали приводяться до рівня, придатного для роботи аналого-цифрового перетворювача 13 та надходять на перші входи першого 5, другого 6 та третього 7 аналогового суматора. В аналогових суматорах 5-7 до сигналів з виходів датчика нормуючих підсилювачів 2-4 додаються сигнали корекції, що надходять на другі входи аналогових суматорів 5-7. З виходів аналогових суматорів 5-7 сигнали подаються, відповідно, на перший, другий та третій інформативні входи аналогового мультиплексора 14. В залежності від значення цифрових сигналів, що подаються на перший та другий адресний входи аналогового мультиплексора 14 з шини керування 20, на вихід аналогового мультиплексора 14 надходить сигнал з його першого, другого чи третього інформативного входу. З виходу аналогового мультиплексора 14 сигнал надходить на перший вхід аналого-цифрового перетворювача 18, у якому, після приходу на його другий вхід з шини керування 20 сигналу запуску, відбувається аналого-цифрове перетворення сигналу, що надходить на його перший вхід. По закінченні аналого-цифрового перетворення сигнал закінчення вимірювального перетворення та отриманий числовий код через вихід аналого-числового перетворювача 18 надходить у шину даних 19, звідки зчитується мікроконтролером 21 через його вхід-вихід. У мікроконтролері 21 відбуваються подальша обробка отриманого числового коду та вибір поточного режиму роботи засобу вимірювання в залежності від визначеного програмного алгоритму. Подача керуючих сигналів у шину керування 20 відбувається через перший вихід мікроконтролера 21, сигналами з якої здійснюється управління роботою пристроями засобу вимірювання.

55 Режим компенсації похибки, обумовленої неточністю установки датчика віброприскорення 1.

Режим компенсації похибки, обумовленої неточністю установки датчика віброприскорення 1, запускається перед початком роботи засобу вимірювання при нульовому значенні віброприскорення по усім трьом осям координат (X, Y, Z). У цьому режимі вимірювання рівнів сигналів з виходів датчика віброприскорення 1 відбувається при нульових сигналах на других входах аналогових суматорів 5-7, відповідно до алгоритму, описаного вище. Після зчитування

двійкового коду, що пропорційний сигналу на першому виході датчика віброприскорення 1 (координатна вісь X), мікроконтролером 21 здійснюється порівняння цього двійкового коду з нормованим значенням, яке відповідає половині опорної напруги аналого-цифрового перетворювача 18, та формується цифровий сигнал корекції. Після цього на третій вхід регістра 15 через шини керування 20 подається одиничний ступінчатий сигнал, що, по суті, є сигналом обнулення першого регістра 15. Далі через вхід-вихід мікроконтролера 21 цифровий сигнал корекції надходить у шини даних 19, через яку надходить на перший вхід першого регістра 15. З мінімальною затримкою після цього через шини керування 20 на другий вхід першого регістра 15 подається одиничний ступінчатий сигнал, що слугує для нього сигналом запам'ятовування цифрового сигналу корекції. З виходу першого регістра 15 запам'ятований цифровий сигнал корекції постійно надходить на перший вхід першого цифро-аналогового перетворювача 11. Після надходження на другий вхід першого цифро-аналогового перетворювача 11 сигналу запуску з шини керування 2 відбувається аналого-цифрове перетворення двійкового коду, що надійшов на його перший вхід. Аналоговий сигнал, отриманий в результаті цифро-аналогового перетворення першим цифро-аналоговим перетворювачем 11, надходить на вхід першого блока аналогової пам'яті, де за сигналом на його другий вхід від шини керування 20 запам'ятовується та зберігається протягом деякого технічно обґрунтованого часу, до повторення операції цифро-аналогового перетворення. Сигнал з виходу першого блока аналогової пам'яті 8 надходить на другий вхід першого аналогового суматора 6. Таким чином на виході першого аналогового суматора 6 встановлюється скоректований сигнал, що дорівнює половині опорної напруги аналого-цифрового перетворювача 18 та не містить у собі похибки, обумовленої неточністю установки датчика віброприскорення 1.

Аналогічним чином, за допомогою другого регістра 16, другого цифро-аналогового перетворювача 12 та другого блока аналогової пам'яті 9 відбувається вилучення похибки, обумовленої неточністю установки датчика віброприскорення 1 з сигналу на другому виході датчика віброприскорення 1 (координатна вісь Y), а з допомогою третього регістра 17, третього цифро-аналогового перетворювача 13 та третього блока аналогової пам'яті 10 відбувається вилучення похибки, обумовленої неточністю установки датчика віброприскорення 1 з сигналу на третьому виході датчика віброприскорення 1 (координатна вісь Z).

Режим вимірювання.

У цьому режимі відбувається безпосередньо вимірювання миттєвих значень віброприскорення. Даний режим включає вимірювання рівнів сигналів, пропорційних миттєвим значенням віброприскорення по координатних осях X, Y, Z, що надходять з виходів датчика віброприскорення 1, відповідно до алгоритму, описаного вище. Після отримання числового коду мікроконтролером 21 за відомим рівнянням перетворення ним здійснюється розрахунок поточного значення віброприскорення. Отримане значення віброприскорення виводиться через другий вихід мікроконтролера 21. Після закінчення процедури виведення отриманого значення віброприскорення в поточній координатній осі запускається вимірювання віброприскорення по наступній координатній осі. Після завершення вимірювання віброприскорення в усіх трьох координатних осях процедура вимірювання повторюється циклічно.

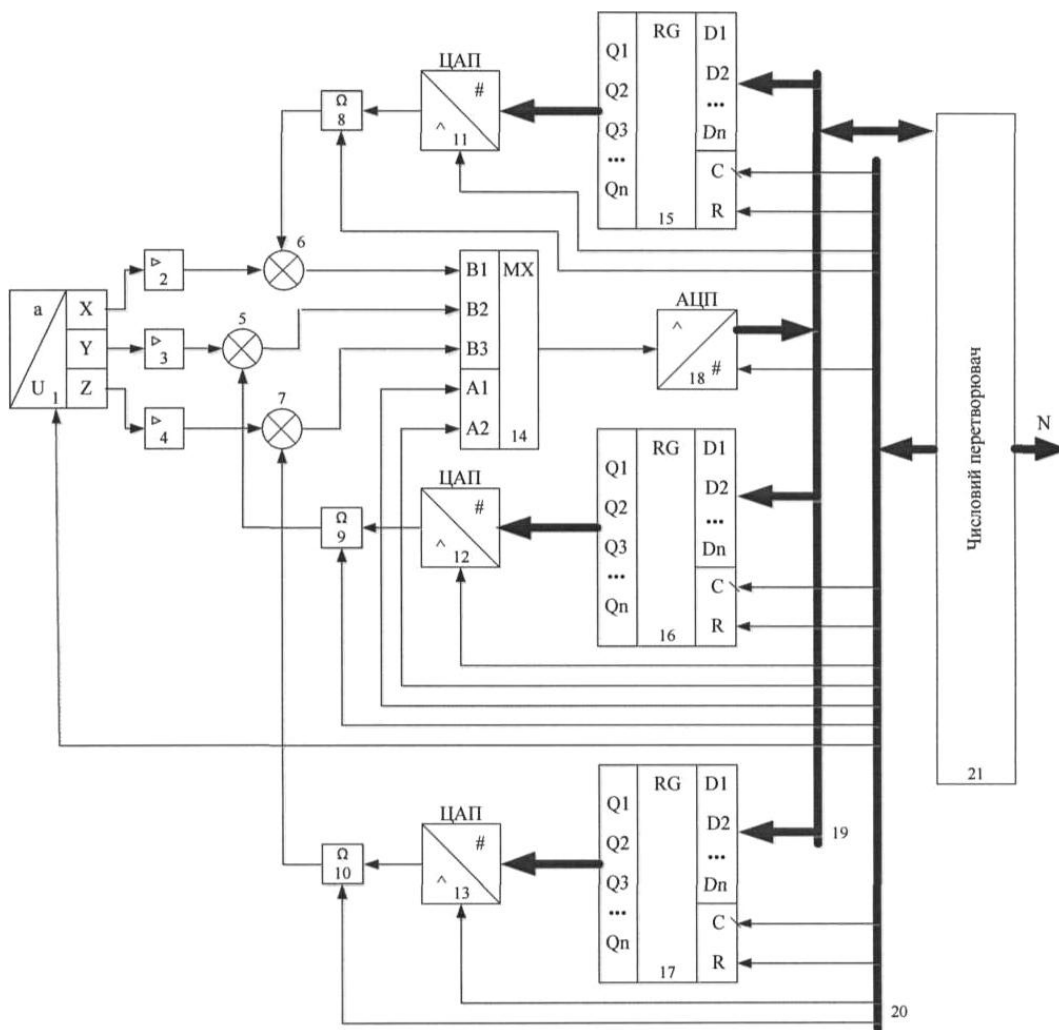
Режим самотестування.

У цьому режимі на вхід датчика віброприскорення 1 з шини керування 20 надходить управляючий сигнал, після подачі якого на усіх виходах датчика віброприскорення 1 встановлюються сигнали заздалегідь відомої амплітуди. Після цього відбувається вимірювання сигналів на кожному з виходів датчика віброприскорення 1 за описаним вище алгоритмом та порівняння результату вимірювання з заздалегідь відомим значенням, що повинно було встановитися після подачі сигналу на вхід датчика віброприскорення 1. У випадку, якщо ці значення не співпадають приймається рішення про збій у роботі системи, про що подається відповідний сигнал через другий вихід мікроконтролера 21. Якщо ж значення вимірюваного сигналу співпадає з заздалегідь відомим значенням, то приймається рішення про справність роботи засобу вимірювання та засіб вимірювання вважається таким, що може продовжувати подальшу роботу.

#### ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Інтелектуальний самокалібрований засіб вимірювання віброприскорення, який містить датчик віброприскорення, вхід якого з'єднаний з шиною керування, три нормуючих підсилювача, три аналогових суматора, аналоговий мультиплексор, перший та другий адресні входи якого з'єднані з шиною керування, а його вихід з'єднаний з першим входом аналого-цифрового перетворювача, другий вхід аналого-цифрового перетворювача з'єднаний з шиною керування, а

його вихід з'єднаний з шиною даних, три цифро-аналогових перетворювача, другі входи яких з'єднані з адресною шиною, та мікроконтролер, вхід-вихід якого з'єднаний з шиною даних, перший вихід мікроконтролера з'єднаний з шиною керування, а другий вихід мікроконтролера є виходом пристрою, який **відрізняється** тим, що в нього введено три регістри та три блоки аналогової пам'яті, причому перший, другий та третій виходи датчик віброприскорення з'єднані з входами відповідно першого, другого та третього нормуючого підсилювача, виходи яких відповідно з'єднані з першими входами першого, другого та третього аналогових суматорів, другі входи яких з'єднані відповідно з виходами першого, другого та третього блоків аналогової пам'яті, виходи першого, другого та третього аналогових суматорів відповідно з'єднані з першим, другим та третім інформативними входами аналогового мультиплексора, інформативні входи першого, другого та третього регістрів з'єднані з шиною даних, а їх управляючі входи з'єднані з шиною керування, виходи першого, другого та третього регістрів з'єднані відповідно з першими входами першого, другого та третього цифро-аналогових перетворювачів, виходи яких відповідно з'єднані з першими входами першого, другого та третього блоків аналогової пам'яті, другі входи першого, другого та третього блоків аналогової пам'яті з'єднані з шиною керування.



Комп'ютерна верстка О. Гергіль

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