



МІНІСТЕРСТВО
ЕКОНОМІЧНОГО
РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **133459** (13) **U**
(51) МПК
A61B 5/0432 (2006.01)

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

<p>(21) Номер заявки: u 2018 10418</p> <p>(22) Дата подання заявки: 22.10.2018</p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 10.04.2019</p> <p>(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 10.04.2019, Бюл.№ 7</p>	<p>(72) Винахідник(и): Кулик Анатолій Ярославович (UA), Власенко Олег Володимирович (UA), Йолтухівський Михайло Володимирович (UA), Дідич Володимир Миколайович (UA), Ревіна Тетяна Григорівна (UA), Боднар Марія Вікторівна (UA)</p> <p>(73) Власник(и): ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ МЕДИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМ. М.І. ПИРОГОВА, вул. Пирогова, 56, м. Вінниця, 21018 (UA)</p>
---	---

(54) СПОСІБ РЕЄСТРАЦІЇ ЕЛЕКТРОКАРДІОГРАМИ

(57) Реферат:

Спосіб реєстрації електрокардіограми включає підключення датчиків за стандартною методикою; ініціалізацію паралельного інтерфейсу мікропроцесорної системи; формування сигналу "Пуск" аналого-цифрового перетворювача; контролю процесу перетворення даних за встановленням сигналу "Кінець перетворення"; при встановленні якого зчитуються дані з паралельного інтерфейсу; перевірки вмісту лічильника зареєстрованих значень, для визначення чи всі дані зареєстровані; якщо ні, то скидається сигнал "Пуск" АЦП і цикл повторюється; аналіз серцевого ритму з використанням стандартної методики та зберігання в пам'яті і виведення на монітор чи принтер. Процес реєстрації здійснюється в два етапи: на першому здійснюється попередня реєстрація ЕКГ; спектральний аналіз зареєстрованої послідовності даних; визначається максимальна гармоніка інформативного сигналу; визначається оптимальний час дискретизації; на другому етапі визначається час затримки; здійснюється основна реєстрація ЕКГ, для чого встановлюється затримка.

UA 133459 U

Корисна модель належить до медицини і може використовуватися для зняття електрокардіограм.

Відомий спосіб аналізу серцевого ритму [Патент України № 42528, МПК А61В 8/02, опубл. 15.10.2001, бюл. № 9].

5 Спосіб полягає в тому, що здійснюють реєстрацію 100 кардіоінтервалів за допомогою реографа, по вершинам одержаних диференціальних реограм розраховують тривалість кожного серцевого циклу, а потім індекс напруги.

Вказаний спосіб має недолік, оскільки не враховує режиму обміну даними під час реєстрації електрокардіограми.

10 Відомий також спосіб виміру параметрів електрокардіограми [Патент України № 74272, МПК А61В 5/02, опубл. 15.11.2005, бюл. № 11], який полягає у цифровому представленні ЕКГ, представленні тривалості кардіоциклу постійною кількістю відкликів за часом, приведенні максимального значення до одиниці, здійсненні виміру параметрів шляхом визначення координат максимумів інформативних зубців, вибору всіх ординат вліво і вправо від максимуму до опорного рівня $U_{p0}=0,1 U_{max}$, де U_{max} - максимальне значення рівня зубця, визначенні тривалості зубця за кількістю отриманих ординат, виміру амплітуди в точці максимуму, причому визначення періоду серцевого циклу, для нормування за часом, здійснюють за виміром часового інтервалу між початком і першим максимумом автокореляційної функції вхідного сигналу, а визначення координат максимальних значень зубців здійснюють шляхом виміру положення максимуму взаємної кореляційної функції, розрахованої між вхідним сигналом і моделлю відповідного зубця, причому кожна модель містить лише один зубець наближеного виду, а після визначення параметрів зубця його ординати замінюють на U_{p0} в робочій копії сигналу і процедуру повторюють для всіх досліджуваних зубців у заздалегідь встановленій послідовності за принципом зменшення їхньої площі, причому після останнього зубця здійснюють підрахунок потрібних інтервалів часу між зубцями по їх координатах, після чого всі визначені параметри фіксують та виводять з пристрою реєстрації.

Вказаний спосіб розрахований на реєстрацію кардіограми в цифровому вигляді і оброблювання результатів. При цьому не враховуються особливості реєстрації.

30 Найбільш близьким по технічній суті є спосіб реєстрації електрокардіограми [Патент України № 107129, МПК А61В 5/0402, опубл. 25.09.2015, бюл. № 18], який містить в собі оброблювання даних за допомогою аналого-цифрового перетворення, фільтрацію даних, аналіз серцевого ритму з використанням стандартної методики та зберігання в пам'яті і виведення на монітор чи принтер, полягає в тому, що до аналого-цифрового перетворення здійснюють додаткові процедури підключення датчиків за стандартною методикою; ініціалізацію паралельного інтерфейсу мікропроцесорної системи та формування сигналу "Пуск" аналого-цифрового перетворювача; контроль процесу перетворення даних за встановленням сигналу "Кінець перетворення", при встановленні якого здійснюють зчитування даних з паралельного інтерфейсу; перевірку вмісту лічильника зареєстрованих значень, для визначення чи всі дані зареєстровані; якщо ні, то скидають сигнал "Пуск" АЦП і цикл повторюється; якщо так, то здійснюють перехід до процедур оброблювання даних.

Головним недоліком вказаного способу є те, що під час реєстрації не враховується режим обміну даними між вимірювальною частиною пристрою і модулем реєстрації даних.

45 В основу корисної моделі поставлено задачу створення такого способу реєстрації електрокардіограми, в якому за рахунок введення нових операцій забезпечується необхідна взаємодія між вимірювальною частиною пристрою і модулем реєстрації даних, завдяки чому підвищується ефективність реєстрації інформації. Для цього необхідно оптимізувати час дискретизації сигналу. Занадто великий час дискретизації призводить до втрати інформації, а занадто малий - до зайвої деталізації, а внаслідок цього до збільшення кількості зареєстрованих значень, нераціональних втрат об'єму пам'яті, ускладнення оброблювання результатів тощо.

50 Поставлена задача вирішується тим, що реєстрація ЕКГ здійснюється в два етапи. На першому здійснюється попередня реєстрація протягом одного - двох періодів ЕКГ. При цьому час дискретизації відповідає тривалості циклу обміну даними. Для одного інформативного каналу він складає

$$T_{ц} = T_{Пуск} + T_{АЦП} + T_{зч} + T_{ск}, \quad (1)$$

55 де $T_{Пуск}$ - тривалість процедури встановлення сигналу "Пуск" АЦП;

$T_{АЦП}$ - тривалість циклу перетворення АЦП;

$T_{зч}$ - тривалість циклу зчитування даних;

$T_{ск}$ - тривалість процедури скидання сигналу "Пуск" АЦП.

Для багатоканальної системи вираз (1) набуває вигляду

$$T_{\text{ц}} = (T_{\text{пуск}} + T_{\text{АЦП}} + T_{\text{зч}} + T_{\text{ск}}) \cdot N, \quad (2)$$

де N - кількість інформативних вимірювальних каналів.

Оскільки здебільшого тривалість циклу встановлення і скидання сигналу "Пуск" АЦП однакові, можна отримати

$$T_{\text{ц}} = (2T_{\text{пуск}} + T_{\text{АЦП}} + T_{\text{зч}}) \cdot N. \quad (3)$$

Після цього проводиться спектральний аналіз зареєстрованих значень і визначається оптимальний час дискретизації.

На другому етапі вводиться часова затримка, яка до цього дорівнювала нулю, таким чином, щоб цикл опитування відповідав оптимальному часу дискретизації.

$$T_{\text{ц}} = (2T_{\text{пуск}} + T_{\text{АЦП}} + T_{\text{зч}} + T_{\text{з}}) \cdot N, \quad (4)$$

де $T_{\text{з}}$ - час затримки для досягнення оптимального режиму дискретизації;

або для одного каналу

$$T_{\text{ц}} = 2T_{\text{пуск}} + T_{\text{АЦП}} + T_{\text{зч}} + T_{\text{з}} \cdot N. \quad (5)$$

Реєстрація в оптимальному режимі здійснюється, поки не буде набраний необхідний обсяг даних.

На фіг. 1 наведена структура пристрою для реєстрації даних в програмному режимі, на фіг. 2 - структура основної програми процедури реєстрації даних, на фіг. 3 - вкладена процедура реєстрації ЕКГ, а на фіг. 4 - узагальнений вигляд ЕКГ.

На фіг. 1 позначено:

1. перетворювач інформативного сигналу;
2. аналого-цифровий перетворювач;
3. мікропроцесорна система;
4. системний канал;
5. центральний процесор;
6. послідовний інтерфейс;
7. паралельний інтерфейс;
8. програмований таймер;
9. носій інформації;
10. ОЗП;
11. ПЗП;

Спосіб містить в собі наступні операції:

підключають датчики за стандартною методикою;

здійснюють ініціалізацію паралельного інтерфейсу мікропроцесорної системи;

здійснюють попередню реєстрацію ЕКГ, для чого:

встановлюють затримку $T_{\text{з}}$ рівною нулю;

переходять до вкладеної процедури реєстрації ЕКГ, для чого:

формують сигнал "Пуск" аналого-цифрового перетворювача;

дані піддають оброблюванню за допомогою аналого-цифрового перетворення;

процес перетворення даних контролюють за встановленням сигналу "Кінець перетворення";

при встановленні сигналу "КП" здійснюють зчитування даних з паралельного інтерфейсу;

перевіряють вміст лічильника зареєстрованих значень, визначаючи чи всі дані зареєстровані;

якщо ні, то скидають сигнал "Пуск" АЦП і цикл повторюють;

здійснюють спектральний аналіз зареєстрованої послідовності даних:

визначають максимальну гармоніку інформативного сигналу;

визначають оптимальний час дискретизації $T_{\text{ц}}$;

визначають час затримки $T_{\text{з}}$;

здійснюють основну реєстрацію ЕКГ, для чого:

встановлюють затримку $T_{\text{з}}$ рівною

$$T_{\text{з}} = T_{\text{ц}} - 2T_{\text{пуск}} - T_{\text{АЦП}} - T_{\text{зч}}; \quad (5)$$

переходять до вкладеної процедури реєстрації ЕКГ, для чого:

формують сигнал "Пуск" аналого-цифрового перетворювача;

дані піддають оброблюванню за допомогою аналого-цифрового перетворення;

процес перетворення даних контролюють за встановленням сигналу "Кінець перетворення";

при встановленні сигналу "КП" здійснюють зчитування даних з паралельного інтерфейсу;

перевіряють вміст лічильника зареєстрованих значень, визначаючи чи всі дані зареєстровані;

- якщо ні, то скидають сигнал "Пуск" АЦП і цикл повторюють;
 аналіз серцевого ритму здійснюють з використанням стандартної методики;
 5 результати зберігають в пам'яті і виводять на монітор чи принтер.
 Згідно з теоремою Котельникова, для перетворення аналогового сигналу на дискретний без втрати інформації, частота циклу дискретизації $f_{\text{ц}}$ повинна задовольняти умову

$$f_{\text{ц}} \geq 2f_{\text{с.мак}} \quad (6)$$

де $f_{\text{с.мак}}$ - максимальна інформативна частота спектра перетворюваного сигналу.

- 10 Переходячи до тривалостей часових інтервалів, можна отримати

$$T_{\text{ц}} \leq 2T_{\text{с.мак}} \quad (7)$$

Максимальна гармоніка визначається за умови збереження 95 % енергії інформативного сигналу (Кветний Р.Н. Основи техніки передавання інформації/ Р.М. Кветний, М.М. Компанець, С.В Кривоугбченко, Л.Я. Кулик. - Універсум-Вінниця, 2002. - 358 с.)

- 15 Похибка квантування визначається розрядністю АЦП і забезпечується на етапі проектування.

Динамічна похибка характеризується тривалістю циклу дискретизації і максимальною похідною реєстрованого динамічного процесу

$$\Delta_{\text{д}} = \frac{T_{\text{ц}}}{2} \cdot \frac{dx}{dt} \quad (8)$$

- 20 На кресленні фіг. 4. наведений узагальнений вигляд ЕКГ, з якого видно, що похідна досягає максимального значення на зубці R. Параметри ЕКГ здорової людини відомі (Абакумов В.Г. Реєстрація, обробка та контроль біомедичних сигналів / В.Г. Абакумов, З.Ю. Готра, С.М. Злепко та ін. - Вінниця: ВНТУ, 2011. - 352 с). Виходячи з цих даних, значення похідної для здорової людини становить 1666,7 мм/с, але для різних випадків може варіюватися в досить широкому
 25 діапазоні. Введення адаптивної реєстрації дозволяє оптимізувати цикл перетворення і мінімізувати динамічну похибку.

Даний спосіб доцільно виконувати на базі персонального комп'ютера або однокристального мікроконтролера.

30 ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

- Спосіб реєстрації електрокардіограми, що включає підключення датчиків за стандартною методикою; ініціалізацію паралельного інтерфейсу мікропроцесорної системи; формування
 35 сигналу "Пуск" аналого-цифрового перетворювача; контролю процесу перетворення даних за встановленням сигналу "Кінець перетворення"; при встановленні якого зчитуються дані з паралельного інтерфейсу; перевірки вмісту лічильника зареєстрованих значень, для визначення чи всі дані зареєстровані; якщо ні, то скидається сигнал "Пуск" АЦП і цикл повторюється; аналіз серцевого ритму з використанням стандартної методики та зберігання в пам'яті і виведення на монітор чи принтер, який **відрізняється** тим, що процес реєстрації
 40 здійснюється в два етапи: на першому здійснюється попередня реєстрація ЕКГ; спектральний аналіз зареєстрованої послідовності даних; визначається максимальна гармоніка інформативного сигналу; визначається оптимальний час дискретизації; на другому етапі визначається час затримки; здійснюється основна реєстрація ЕКГ, для чого встановлюється затримка.

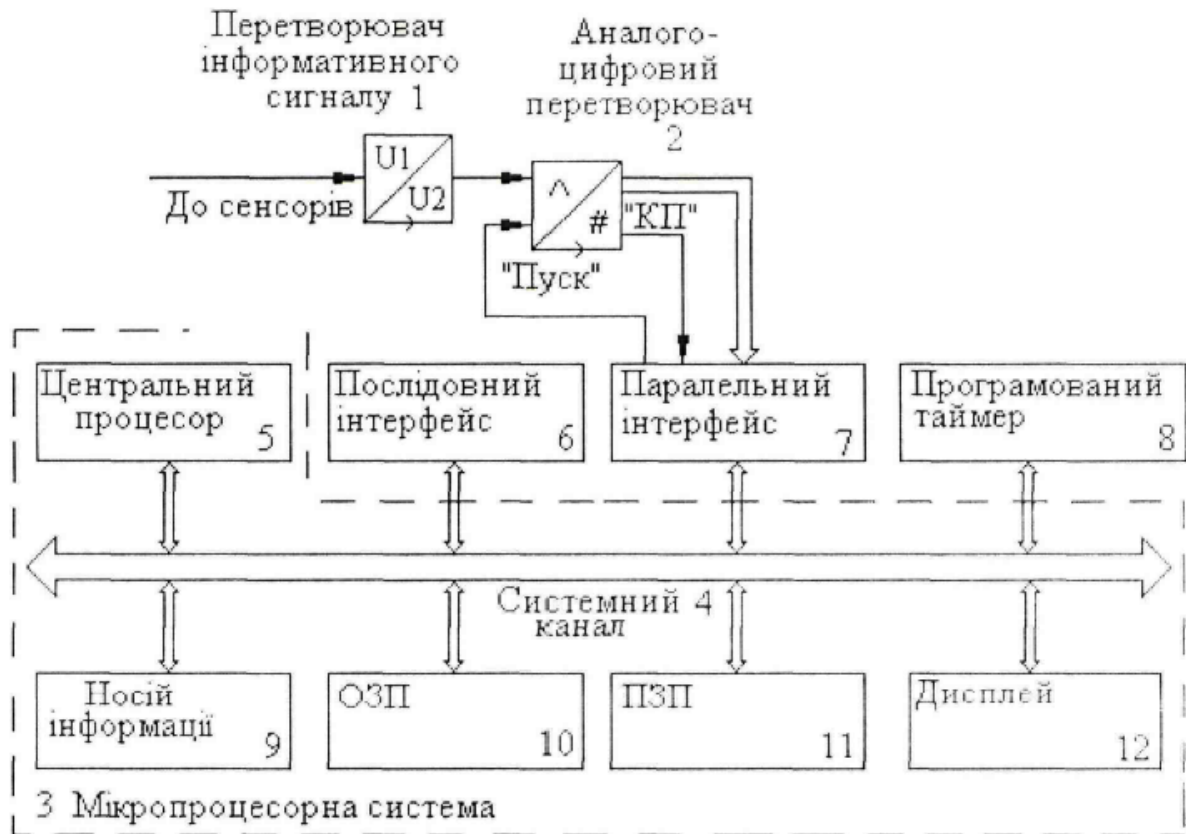
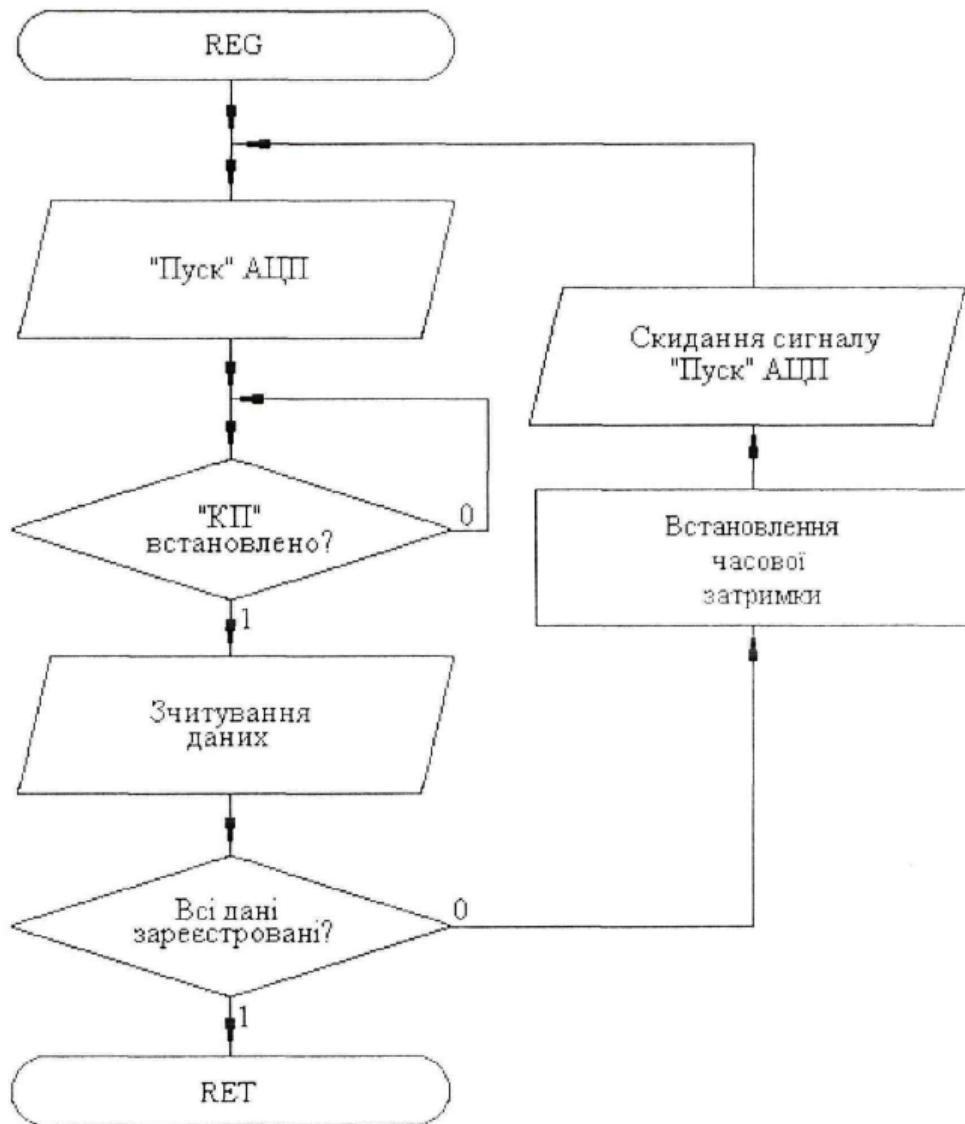


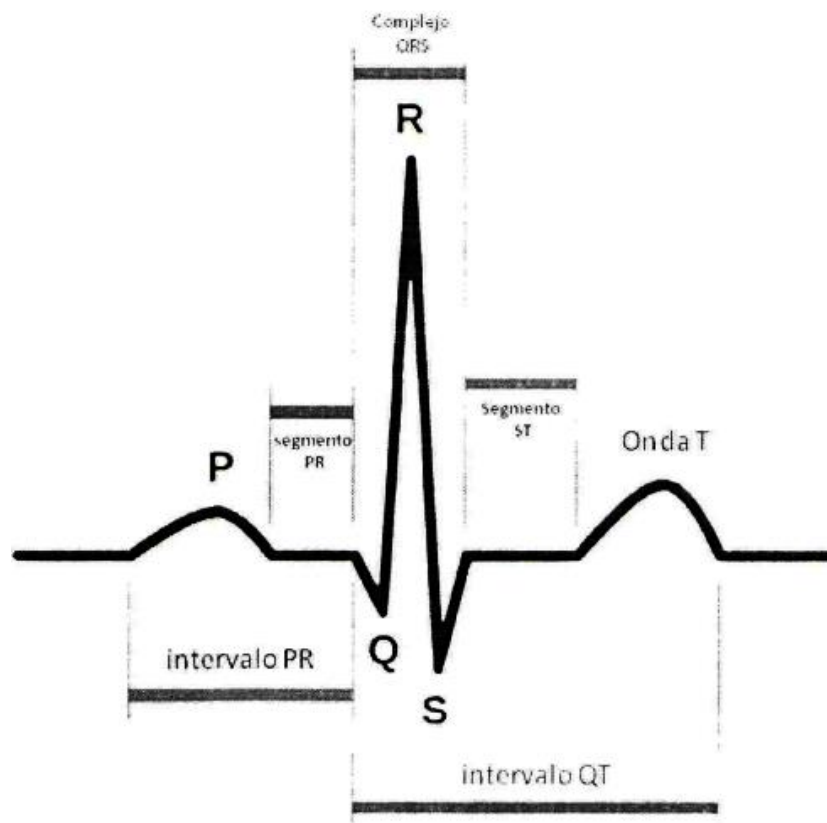
Fig. 1



Фіг. 2



Фіг. 3



Фиг. 4

Комп'ютерна верстка Г. Паяльніков

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

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