



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **98939** (13) **U**  
(51) МПК  
**A61B 5/02** (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

## (12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

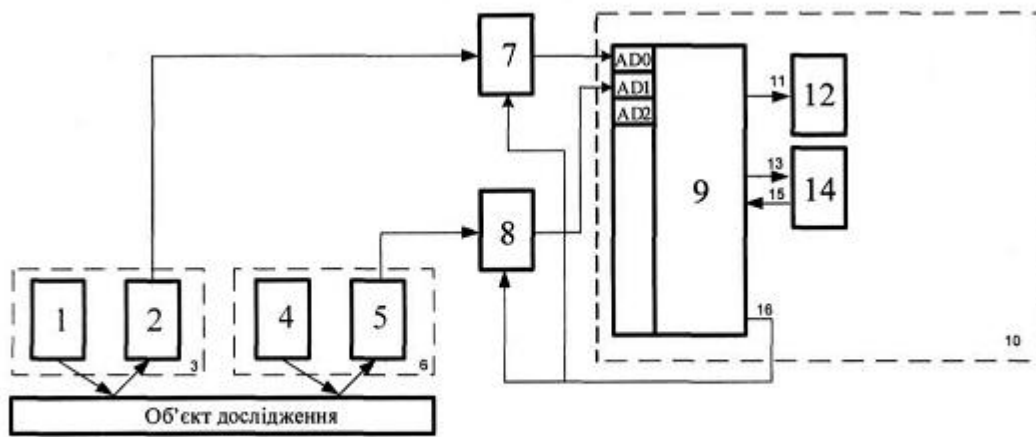
(21) Номер заявки: <b>u 2014 13182</b>	(72) Винахідник(и): <b>Злепко Сергій Макарович (UA), Сандер Сергій Володимирович (UA), Павлов Володимир Сергійович (UA), Козловська Тетяна Іванівна (UA)</b>
(22) Дата подання заявки: <b>08.12.2014</b>	
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: <b>12.05.2015</b>	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: <b>12.05.2015, Бюл.№ 9</b>	(73) Власник(и): <b>ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, Хмельницьке шосе, 95, м. Вінниця, 21021 (UA)</b>

## (54) ОПТИЧНИЙ НЕІНВАЗИВНИЙ ПРИСТРІЙ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ РІВНЯ ПЕРИФЕРІЙНОГО КРОВОНАПОВНЕННЯ ТА САТУРАЦІЇ КРОВІ

### (57) Реферат:

Оптичний неінвазивний пристрій для визначення рівня периферійного кровонаповнення та сатурації крові містить два датчики, причому один з них складається з джерела інфрачервоного випромінювання та фотоприймача, два підсилювачі, обчислювач з мікроконтролером. Вихід першого та другого фотоприймачів з'єднаний з першим входом відповідно першого та другого підсилювачів, другі входи яких з'єднані з першим виходом мікроконтролера, а виходи підключені до відповідних входів мікроконтролера. Як другий датчик використано червоний датчик, який складається з джерела червоного випромінювання та фотоприймача. Пристрій містить також і графічний рідкокристалічний індикатор та слот для SD-пам'яті. Вихід фотоприймача другого червоного датчика з'єднаний з входом другого підсилювача, другий вхід якого з'єднаний з виходом мікроконтролера, а вихід підключений до відповідного входу мікроконтролера. Другий вихід мікроконтролера з'єднаний з входом графічного рідкокристалічного індикатора, а третій вихід мікроконтролера з'єднаний з входом слота для SD-пам'яті, вихід якого з'єднаний з входом мікроконтролера.

UA 98939 U



Фіг. 1

Корисна модель належить до медичної техніки і може бути використана для контролю і визначення стану периферійного кровонаповнення в різних органах та тканинах людини та визначення ступеню насичення крові киснем.

Відомо фотоплетизмограф [а. с. СРСР № 1688842, МПК А61D5/02J991 р.], який містить з'єднані послідовно генератор імпульсів і джерело світла, а також перший і другий перетворювачі, регістратор, перший і другий інтегруючі підсилювачі, входи яких з'єднані відповідно з виходами першого і другого перетворювачів, обчислювач, перший і другий входи якого з'єднані відповідно з виходами першого і другого інтегруючих підсилювачів, а вихід - з входом регістратора, блок управління, вихід "Запуск" якого з'єднаний зі входом генератора імпульсів, входи "дозвіл" та "скид" - з другим і третім входами відповідно першого і другого інтегруючих підсилювачів, вихід управління дискретизацією і вихід управління рахунком - відповідно з третім, четвертим і п'ятим входами обчислювача.

Недоліком даного пристрою є недостатня швидкодія та чутливість реєстрації параметрів периферійного кровообігу шляхом виключення із сигналу фотоплетизмограми інформативних складових.

Відомо фотоплетизмограф [№ 9909, Україна, МПК А61 В 5/02, опубл. 17.10.2005, бюл. № 10], який містить датчик у вигляді розташованих на одній основі джерела випромінювання і трьох фотоприймачів, три підсилювачі і обчислювач, який складається з мікроконтролера, блока гальванічної розв'язки, послідовного інтерфейсу і персонального комп'ютера, причому вихід першого, другого і третього фотоприймачів з'єднаний з першим входом відповідно першого, другого і третього підсилювачів, другий вхід яких з'єднаний з першим виходом мікроконтролера обчислювача, а вихід підключений до відповідного входу мікроконтролера обчислювача, другий вихід якого через послідовний інтерфейс і блок гальванічної розв'язки з'єднано з входом персонального комп'ютера, третій вихід якого через послідовний інтерфейс і блок гальванічної розв'язки з'єднано із входом мікроконтролера, а оптичний вихід персонального комп'ютера є виходом пристрою.

Недоліком даного пристрою є недостатня чутливість реєстрації параметрів периферичного кровообігу.

Найбільш близьким за технічною суттю є оптико-електронний пристрій діагностування стану периферичного кровообігу [№ 78617, Україна, МПК А61 В 5/02, опубл. 25.03.2013, бюл. № 6], який містить чотири датчики, в подальшому інфрачервоні (ІЧ) датчики, кожен датчик складається з джерела випромінювання, та фотоприймача, чотири підсилювачі, обчислювач, який складається з мікроконтролера, блока еталонів, блока гальванічної розв'язки, USB-контролера і персонального комп'ютера, причому вихід першого, другого, третього та четвертого фотоприймачів з'єднаний з першим входом відповідно першого, другого, третього та четвертого підсилювачів, другі входи кожного з них з'єднані з першим виходом мікроконтролера, а виходи підключені до відповідних входів мікроконтролера, крім того, другий вихід мікроконтролера з'єднаний з першим входом блока гальванічної розв'язки, перший вихід якого з'єднаний з входом мікроконтролера, а другий вихід його з'єднаний з першим входом USB-контролера, перший вихід якого з'єднаний з другим входом блока гальванічної розв'язки, а другий вихід його з'єднаний з входом персонального комп'ютера.

Недоліком даного пристрою є обмежені функціональні можливості.

В основу корисної моделі поставлена задача створення оптичного неінвазивного пристрою для визначення рівня периферійного кровонаповнення та сатурації крові, в якому за рахунок введення нових елементів та зв'язків підвищуються функціональні можливості.

Поставлена задача вирішується тим, що в оптичний неінвазивний пристрій для визначення рівня периферійного кровонаповнення та сатурації крові, який містить два датчики, причому один з них складається з джерела інфрачервоного (ІЧ) випромінювання та фотоприймача, два підсилювачі, обчислювач з мікроконтролером, причому вихід першого та другого фотоприймачів з'єднаний з першим входом відповідно першого та другого підсилювачів, другі входи яких з'єднані з першим виходом мікроконтролера, а виходи підключені до відповідних входів мікроконтролера, як другий датчик використано червоний (Ч) датчик, який складається з джерела червоного випромінювання та фотоприймача, містить графічний рідкокристалічний індикатор та слот для SD-пам'яті, крім того, вихід фотоприймача другого Ч датчика з'єднаний з входом другого підсилювача, другий вхід якого з'єднаний з виходом мікроконтролера, а вихід підключений до відповідного входу мікроконтролера, другий вихід мікроконтролера з'єднаний з входом графічного рідкокристалічного індикатора, а третій вихід мікроконтролера з'єднаний з входом слота для SD-пам'яті, вихід якого з'єднаний з входом мікроконтролера.

На фіг. 1 подано структурну схему оптичного неінвазивного пристрою для визначення рівня периферійного кровонаповнення та сатурації крові,

на фіг. 2 подано приклад виведення отриманої інформації на дисплей пристрою,  
на фіг. 3 подано графіки з визначенням максимального та мінімального значення напруги на виході перетворювача струм-напруга на довжинах хвиль  $\lambda_1$  та  $\lambda_2$ .

Пристрій містить ІЧ датчик 3, який містить ІЧ джерело випромінювання 1 та фотоприймач 2,  
5 що підключений до входу підсилювача 7, та Ч датчик 6, який містить Ч джерело випромінювання 4 та фотоприймач 5, що підключений до входу підсилювача 8. Виходи підсилювачів 7, 8 під'єднані до відповідних входів мікроконтролера 9 обчислювача 10, другі входи яких з'єднані з виходом 16 мікроконтролера 9, вихід 11 мікроконтролера 9 з'єднаний зі входом графічного рідкокристалічного індикатора 12, а вихід 13 мікроконтролера 9 з'єднаний зі входом слота для SD-пам'яті 14, вихід 15 якого з'єднаний зі входом мікроконтролера 9 (фіг. 1).

Оптичний неінвазивний пристрій для визначення стану периферійного кровонаповнення та сатурації крові працює таким чином. Одразу після включення пристрою відбувається обнулення блоків обчислювача 10, а саме скид мікроконтролера 9 в нульовий стан та задання дозволу роботи пристрою. Після цього джерело ІЧ випромінювання 1 ІЧ датчика 3 випромінює світловий потік (довжина хвилі - 905 нм), що частково поглинаючись і частково розсіюючись біологічними тканинами досліджуваної ділянки тіла (об'єкту дослідження), подається на фотоприймач 2. Пульсації периферійних судин, що виникають за рахунок проходження пульсової хвилі, викликають коливання оптичної густини живої тканини, тому потік інфрачервоного випромінювання, що пройшов або відбився від тканин, модулюється по амплітуді і наводить у фотоприймачі 2 електричні сигнали, пропорційні цьому потоку, отриманий сигнал несе інформацію про стан периферійного кровонаповнення.

Для підвищення функціональних можливостей пристрою, а саме для визначення насичення крові киснем в пристрій введено датчик Ч випромінювання 6, джерело Ч випромінювання 4 якого випромінює світловий потік (довжина хвилі - 660 нм), що частково поглинаючись і частково розсіюючись біологічними тканинами досліджуваної ділянки тіла (об'єкту дослідження), подається на фотоприймач 5. Застосування даного датчика дозволяє більш достовірно визначати стан периферійного кровонаповнення та функціонального стану людини.

Сигнали з фотоприймачів 2, 5 після фільтрації та підсилення на підсилювачах 7, 8 надходять на відповідні входи мікроконтролера 9.

Оскільки мікроконтролер 9 має вбудований аналого-цифровий перетворювач, то в ньому проводиться серія аналого-цифрових перетворень, після чого мікроконтролер 9 перетворює сигнал в цифровий код.

Синхронізація роботи пристрою, а саме підсилювачів 7, 8 здійснюється завдяки керуючому сигналу з виходу 16, який виробляє мікроконтролер 9.

Для визначення сатурації крові, застосовується складена система рівнянь для червоного ( $\lambda_1$ ) та інфрачервоного ( $\lambda_2$ ) діапазонів випромінювань:

$$S = \frac{A_{\lambda_1}^{Hb} - \alpha A_{\lambda_2}^{Hb}}{\alpha(A_{\lambda_2}^{HbO_2} - A_{\lambda_2}^{hb}) + A_{\lambda_1}^{Hb} - A_{\lambda_1}^{HbO_2}} \quad (1)$$

$$\alpha = \frac{\Delta V_{\lambda_1} V_{\min \lambda_2}}{\Delta V_{\lambda_2} V_{\min \lambda_1}}, \quad \Delta V_{\lambda} = V_{\max \lambda} - V_{\min \lambda} \quad (2)$$

де S - коефіцієнт сатурації (S=0 (весь Hb поновлено), S=1 (весь Hb оксигеновано));

40  $A_{\lambda_1}^{Hb}, A_{\lambda_2}^{Hb}$  - коефіцієнти екстинкції відновленого гемоглобіну на довжинах хвиль Ч та ІЧ діапазону, відповідно;  $\Delta V_{\lambda_1}$  і  $\Delta V_{\lambda_2}$  - подвійні амплітуди змінної напруги на виходах підсилювачів

7 і 8, відповідно;  $A_{\lambda_1}^{HbO_2}, A_{\lambda_2}^{HbO_2}$  - коефіцієнти екстинкції оксигемоглобіну на довжинах хвиль Ч

та ІЧ діапазону, відповідно;  $A_{\lambda_1}^{Hb}, A_{\lambda_2}^{Hb}$  - коефіцієнти екстинкції відновленого гемоглобіну на

45 довжинах хвиль Ч та ІЧ діапазону, відповідно;  $V_{\max \lambda}, V_{\min \lambda}$  - максимальне та мінімальне значення напруги на виході перетворювача струм-напруга на довжинах хвиль  $\lambda_1$ , і  $\lambda_2$  (фіг. 3).

Для забезпечення мобільності роботи даного пристрою, в ньому використовується графічний рідкокристалічний індикатор 12, на який виводиться значення пульсу, сатурації крові та графік кровонаповнення (фіг. 2), через вихід 11 мікроконтролера 9, в якому запрограмовано модуль роботи з графічним рідкокристалічним індикатором. Це дозволяє проводити

діагностування без використання персонального комп'ютера, що є важливим при обстеженні післяопераційних хворих. Крім того, пристрій оснащено слотом 14 для SD-карти пам'яті, що під'єднаний до мікроконтролера 9 через вихід 13 і вхід 15, що дозволяє зберігати дані, та переносити їх в подальшому на персональний комп'ютер.

5

#### ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Оптичний неінвазивний пристрій для визначення рівня периферійного кровонаповнення та сатурації крові, що містить два датчики, причому один з них складається з джерела інфрачервоного випромінювання та фотоприймача, два підсилювачі, обчислювач з мікроконтролером, причому вихід першого та другого фотоприймачів з'єднаний з першим входом відповідно першого та другого підсилювачів, другі входи яких з'єднані з першим виходом мікроконтролера, а виходи підключені до відповідних входів мікроконтролера, який **відрізняється** тим, що як другий датчик використано червоний датчик, який складається з джерела червоного випромінювання та фотоприймача, містить графічний рідкокристалічний індикатор та слот для SD-пам'яті, крім того вихід фотоприймача другого червоного датчика з'єднаний з входом другого підсилювача, другий вхід якого з'єднаний з виходом мікроконтролера, а вихід підключений до відповідного входу мікроконтролера, другий вихід мікроконтролера з'єднаний з входом графічного рідкокристалічного індикатора, а третій вихід мікроконтролера з'єднаний з входом слота для SD-пам'яті, вихід якого з'єднаний з входом мікроконтролера.

10

15

20

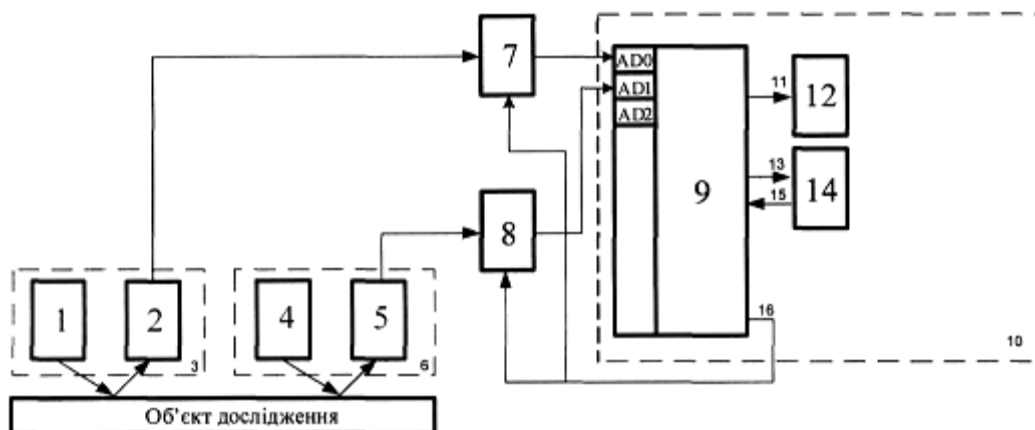
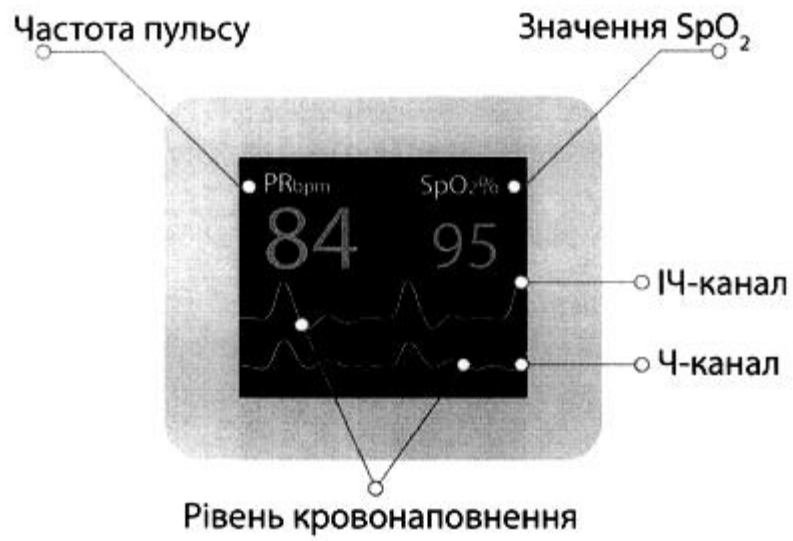
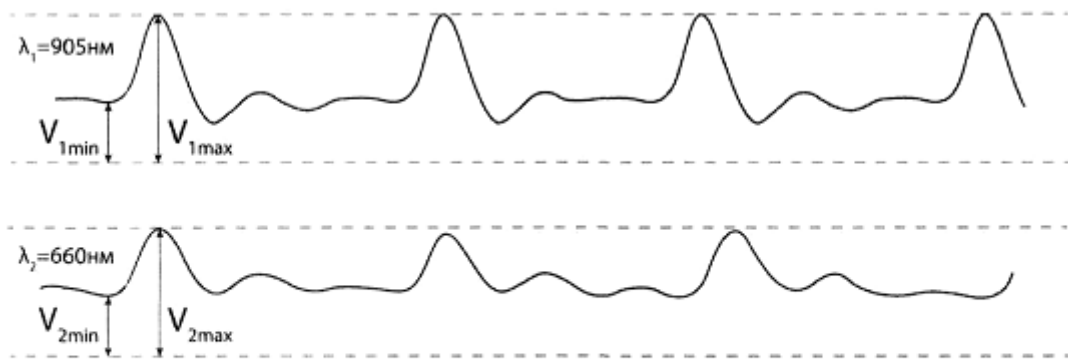


Fig. 1



Фиг. 2



Фиг. 3