



УКРАЇНА

(19) UA (11) 18471 (13) U
(51) МПК (2006)
A61B 5/02

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) ФОТОПЛЕТИЗМОГРАФ

1

2

(21) u200604608

(22) 25.04.2006

(24) 15.11.2006

(46) 15.11.2006, Бюл. № 11, 2006 р.

(72) Мартинюк Тетяна Борисівна, Павлов Сергій Володимирович, Матохнюк Марія Володимирівна, Веленчук Людмила Петрівна

(73) ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

(57) Фотоплетизмограф, який містить з'єднані послідовно генератор імпульсів і джерело світла, а також перший і другий перетворювачі, реєстратор, 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, блок керування, вихід "Запуск" якого з'єднаний з входом генератора імпульсів, виходи "Дозвіл" і "Скид" - з другим і третім входами відповідно першого і другого інтегруючих підсилювачів, вихід керування мультиплексуванням, вихід керування дискретизацією і вихід керування лічбою - відповідно з третім, четвертим і п'ятим входами обчислювача,

який відрізняється тим, що в нього введено послідовно з'єднані третій перетворювач і третій інтегруючий підсилювач, другий і третій входи якого з'єднані з виходами "Дозвіл" і "Скид" блока керування, а вихід з'єднаний з шостим входом обчислювача, і блок контролю каналів, який містить два пікових детектора, логічний елемент І-НІ та блок індикації, входи першого і другого пікових детекторів підключені до виходу першого і другого інтегруючих підсилювачів відповідно, а їх виходи з'єднані з входами логічного елемента І-НІ, вихід якого з'єднаний з блоком індикації, вихід якого є виходом пристрою, обчислювач містить з'єднані послідовно мультиплексор, аналого-цифровий перетворювач, процесор, причому вихід процесора є виходом обчислювача і з'єднаний з входом реєстратора, входи керування мультиплексора, аналого-цифрового перетворювача і процесора є відповідно третім, четвертим і п'ятим входами обчислювача, вихід джерела світла оптично з'єднаний з входом другого перетворювача і через біологічний об'єкт з'єднаний з входами першого і третього перетворювачів.

Корисна модель відноситься до медичної техніки, а саме, до медичних фотометричних пристроїв і може бути використана у фізіотерапії і функціональній діагностиці для контролю і вивчення периферійного кровообігу при діагностиці стану серцево-судинної системи людини.

Відомий фотоплетизмограф [а.с. СРСР №1591948, кл. А61В5/02, 1990, Бюл.№34], який містить генератор імпульсів, датчик у вигляді розміщених на одній основі джерела випромінювання, з'єднаного з генератором імпульсів, і двох фотоприймачів, підключених до схеми порівняння, третій вхід якої з'єднаний з генератором імпульсів, а вихід з'єднаний з реєстратором, блок контролю каналів підключений до виходів фотоприймачів, а у датчика фоточутливі площадки фотоприймачів виконані у вигляді концентрично розміщених в одній площині кілець, в центрі яких встановлено джерело випромінювання, крім того блок контролю

каналів виконаний у вигляді двох нормуючих підсилювачів, вхід кожного з яких підключений до виходу відповідного фотоприймача, а виходи нормуючих підсилювачів через пікові детектори пов'язані з входами логічного елемента І-НІ, вихід якого з'єднаний з блоком індикації.

Недоліком даного пристрою є недостатня точність реєстрації даних.

Найбільш близьким за технічною суттю є фотоплетизмограф [а.с. СРСР №1688842 А, кл. А61В5/02, 1991, Бюл. №41], який містить з'єднані послідовно генератор імпульсів і джерело світла, а також перший і другий перетворювачі, реєстратор, 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 реєстратора, блок керування, вихід "За-

(13) U

(11) 18471

(19) UA

пуск" якого з'єднаний з входом генератора імпульсів, виходи "Дозвіл" і "Скид" - з другим і третім входами відповідно першого і другого інтегруючих підсилювачів, вихід керування мультиплексуванням, вихід керування дискретизацією і вихід керування лічбою - відповідно з третім, четвертим і п'ятим входами обчислювача.

Недоліком даного пристрою є недостатня чутливість реєстрації параметрів периферійного кровообігу.

В основу корисної моделі поставлено задачу створення фотоплетизмографа, в якому за рахунок введення нових вузлів і зв'язків досягається можливість підвищення точності вимірів параметрів периферійного кровообігу.

Поставлена задача досягається тим, що у фотоплетизмограф, який містить з'єднані послідовно генератор імпульсів і джерело світла, а також перший і другий перетворювачі, реєстратор, 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, блок керування, вихід "Запуск" якого з'єднаний з входом генератора імпульсів, виходи "Дозвіл" і "Скид" - з другим і третім входами відповідно першого і другого інтегруючих підсилювачів, вихід керування мультиплексуванням, вихід керування дискретизацією і вихід керування лічбою - відповідно з третім, четвертим і п'ятим входами обчислювача, введено послідовно з'єднані третій перетворювач і третій інтегруючий підсилювач, другий і третій входи якого з'єднані з виходами "Дозвіл" і "Скид" блока керування, а вихід з'єднаний з шостим входом обчислювача, і блок контролю каналів, який містить два пікових детектора, логічний елемент I-НІ та блок індикації, входи першого і другого пікових детекторів підключені до виходу першого і другого інтегруючих підсилювачів відповідно, а їх виходи з'єднані з виходами логічного елемента I-НІ, вихід якого з'єднаний з блоком індикації, вихід якого є виходом пристрою, обчислювач містить з'єднані послідовно мультиплексор, аналого-цифровий перетворювач, процесор, причому вихід процесора є виходом обчислювача і з'єднаний з входом реєстратора, входи керування мультиплексора, аналого-цифрового перетворювача і процесора є відповідно третім, четвертим і п'ятим входами обчислювача, вихід джерела світла оптично з'єднаний з входом другого перетворювача і через біологічний об'єкт з'єднаний з входами першого і третього перетворювачів.

На креслені представлена функціональна схема фотоплетизмографа.

Фотоплетизмограф містить з'єднані послідовно генератор імпульсів 1 та джерело світла 2, а також три перетворювачі 3-5, три інтегруючі підсилювачі 6-8, входи яких з'єднані відповідно з виходами перетворювачів 3-5, обчислювач 9, який містить з'єднані послідовно мультиплексор 10, аналого-цифровий перетворювач 11, процесор 12, вихід якого підключений до виходу обчислювача 9, перший, шостий, другий і третій входи якого з'єднані відповідно з першим, другим, третім і четвертим входами мультиплексора 10, а його четве-

ртий і п'ятий входи з'єднані відповідно з другими входами аналого-цифрового перетворювача 11 і процесора 12.

Перший, шостий і другий входи обчислювача 9 з'єднані відповідно з виходами інтегруючих підсилювачів 6-8, а його вихід з'єднаний з входом реєстратора 13. У блоці керування 14 вихід "Запуск" з'єднаний з входом генератора імпульсів 1, виходи "Дозвіл" і "Скид" з'єднані з другим і третім входами відповідно інтегруючих підсилювачів 6-8, вихід керування мультиплексуванням, вихід керування дискретизацією і вихід керування лічбою з'єднані відповідно з третім, четвертим і п'ятим входами обчислювача 9.

Блок контролю каналів 15 містить два пікових детектори 16, 17, логічний елемент I-НІ 18 і блок індикації 19, причому два його входи з'єднані відповідно з виходами підсилювачів 6, 8, а вихід є виходом пристрою 20. У блоці контролю каналів 15 два входи з'єднані відповідно з виходами пікових детекторів 16, 17, входи яких з'єднані з входами логічного елемента I-НІ 18, вихід якого з'єднаний з блоком індикації 19. Крім того, джерело світла 2 оптично з'єднано з фотоприймачем 5 і через біологічний об'єкт 21 оптично з'єднано з фотоприймачами 3, 4.

Фотоплетизмограф працює таким чином.

Процес вимірювання параметрів периферійного кровообігу складається з двох основних етапів. На початку кожного етапу з третього виходу блока керування 14 подається команда обнулення інтегруючих підсилювачів 6-8, які зберігають результат попереднього етапу вимірювань. На першому етапі за команду з блока керування 14 генератор імпульсів 1 формує електричний імпульс, потужність якого достатня для живлення джерела світла 2. Одночасно з випромінюванням світлового імпульсу на другому виході блока керування 14 формується імпульс дозволу для роботи інтегруючих підсилювачів 6-8. Джерело світла 2 випромінює світловий потік, який, частково поглинаючись тканинами біологічного об'єкта 21, досягає перетворювачів 3, 4. Від джерела світла 2 світловий потік також досягає фотоприймача 5, не проходячи через біологічний об'єкт 21. Перетворювачі 3-5 формують електричні сигнали, які пропорційні величині падаючого на них світлового потоку. Електричні сигнали з перетворювачів 3-5 потрапляють відповідно на інтегруючі підсилювачі 6-8, які при наявності імпульсу дозволу з блока керування 14 виконують інтегрування вхідних сигналів, після чого інтегруючі підсилювачі 6-8 переходять у стан збереження. В наступний момент часу на п'ятому виході блока керування 14 формується імпульс, що запускає АЦП 11 обчислювача 9, який перетворює у цифровий код сигнал, який подається з виходу інтегруючих підсилювачів 6 і 7 через мультиплексор 10 обчислювача 9, на вхід керування якого подається сигнал з четвертого виходу блока управління 14. Результат перетворення X_1 заноситься у пам'ять процесора 12 обчислювача 9 і містить такі складові:

$$X_1 = X_1 + X_{\phi 1} + X_{\text{др}1},$$

де X_i - величина, що пропорційна світловому потоку, який пройшов крізь біологічну тканину; $X_{\phi 1}$ - величина, що пропорційна фоновому засвічуван-

ню, який виміряний фотоприймачами 3 і 4; $X_{др1}$ - величина, що залежить від температурного і часового дрейфів перетворювачів 3 і 4.

Далі, у наступний моменти часу, по сигналах з четвертого і п'ятого виходів блока керування 14 перемикається мультиплексор 10 і знову запускається АЦП 11 обчислювача 9, що перетворює у цифровий код сигнал, який прийшов з виходу інтегруючого підсилювача 8 через мультиплексор 10 обчислювача 9. Результат перетворення X_2 також заноситься у пам'ять процесора 12 і має вигляд:

$$X_2 = X_{ic} + X_{ф2} + X_{др2},$$

де X_{ic} - величина, що відображає інтенсивність випромінювання самого джерела світла 2; $X_{ф2}$ - величина, що пропорційна фоновому засвічуванню, який виміряний фотоприймачем 5; $X_{др2}$ - величина, що обумовлена температурним і часовим дрейфами фотоприймача 5.

Другий крок вимірювань повторює перший, але без вмикання джерела світла 2. В цьому випадку перетворювачі 3-5 формують електричні сигнали, що обумовлені дією зовнішніх паразитних засвічувань. В результаті у пам'ять процесора 12 обчислювача 9 записуються результати X_1' і X_2' :

$$X_1' = X_{ф1} + X_{др1},$$

$$X_2' = X_{ф2} + X_{др2}.$$

Після завершення всіх кроків вимірювань з шостого виходу блока керування 14 подається команда, яка приводить до виконання процесором 12 обчислювальних операцій виду

$$X_1 - X_1' = \left(X_{ic} + X_{ф1} + X_{др1} \right) - \left(X_{ф1} + X_{др1} \right) = X_{ic},$$

$$X_2 - X_2' = \left(X_{ic} + X_{ф2} + X_{др2} \right) - \left(X_{ф2} + X_{др2} \right) = X_{ic},$$

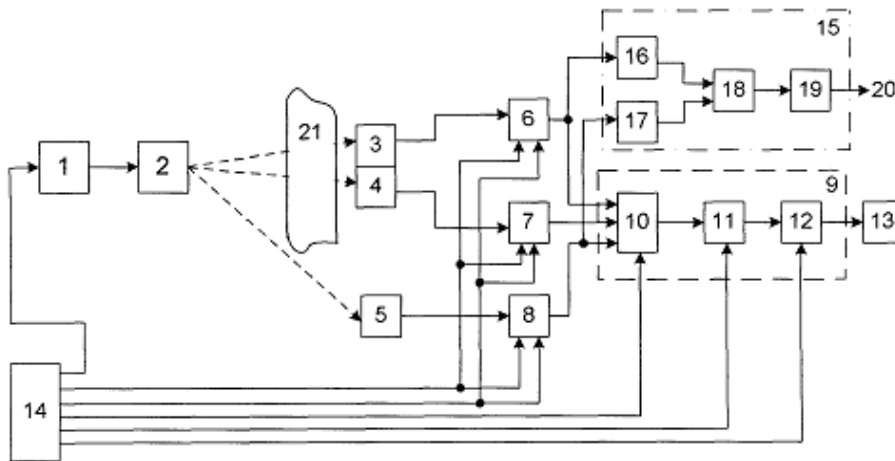
$$X_{рез} = \frac{X_i}{X_{ic}}.$$

Результат останньої арифметичної операції потрапляє на реєстратор.

Одночасно пікові детектори 16 і 17 блока контролю каналів 15 створюють напруги, які пропорційні максимальній амплітуді вхідного сигналу, при цьому постійна розряду пікових детекторів 16, 17 вибирається рівною 3... 4 періодам пульсу мінімально можливої частоти. Таким чином, зникають хибні спрацьовування логічного елемента І-НІ 18, наприклад, в моменти часу перед систолічним викидом пульсової хвилі.

Підсилювачі 6 і 8 підсилюють напругу до величини, що забезпечує стабільну роботу пікових детекторів 16 і 17 блока контролю каналів 15. При нормальній роботі фотоплетизмографа високі рівні напруги з виходів пікових детекторів 16 і 17 поступають на логічний елемент І-НІ 18, в результаті чого на його виході присутній низький рівень напруги, який не викликає спрацьовування блока індикації 19, а отже, на виході 20 пристрою відсутній сигнал, який сигналізує про порушення роботи фотоплетизмографа.

Введення автоматичного і неперервного контролю роботи перетворювачів фотоплетизмографа, правильності їх розміщення, а також виключення впливу зовнішніх світлових потоків і нестабільності власних джерел світла підвищує точність реєстрації параметрів периферійного кровообігу.



Фіг.