

Пристрій для експрес-контролю аритмії серця людини

Винахід відноситься до медичної техніки і може бути використаний для контролю і діагностики стану людини в медичній практиці, в спортивних цілях або для попередження людини про фізичні або емоціональні перевантаження його організму в будь яких умовах його життєдіяльності.

Відомий пристрій (див. Автор, свідоцтво СРСР № 1264136, м. кл. G04F 10/04, 6.38, 1986 р.) для вимірювання часу знаходження сигналу в заданому амплітудному діапазоні, що містить генератор (*) тактових імпульсів, вихід якого з'єднаний з першим входом першого (*) елемента І, вихід якого з'єднаний з сигнальним входом першого (*) лічильника імпульсів, другий (*) елемент І, вихід якого з'єднаний з сигнальним входом другого (*) лічильника імпульсів, формувач (*) імпульсів, арифметичний блок (*), реєстр (*), елемент (*) затримки, елемент заборони, джерело (*) потенціалів, перший (*) і другий порогові елементи, причому сигнальні входи порогових елементів об'єднані і з'єднані з входом пристрою, а керуючі входи порогових елементів з'єднані з відповідними виходами джерела потенціалів, вихід першого порогового елемента з'єднаний з прямим входом, а вихід другого порогового елемента з'єднаний з інверсним входом елемента заборони, вихід якого з'єднаний з першим входом другого елемента І, другий вхід якого з'єднаний з виходом генератора імпульсів, а третій вхід

з'єднаний з другим входом першого елемента И, і шиною керування і, через формувач імпульсів, з'єднаний з входом керування арифметичного блоку, входом обнулення реєстра і, через елемент затримки,- з входами обнулення обох лічильників імпульсів, розрядні виходи яких відповідно з'єднані з входами арифметичного блоку, виходи якого з'єднані з установчими входами реєстра. (Тут * - признаки загальні з об'єктом винаходу.)

Недоліки відомого пристрою - обмеженість функційних можливостей, що обумовлено низькою репрезентативністю вихідної інформації, т.щ. пристрій не наділено можливістю порівняння результатів з допусками і з попередніми їх значеннями в реальному масштабі часу.

Відомий пристрій (див. Автор, свідоцтво СРСР № 1814873, м. кл. А61В 5/0402, б. 18, 1993 р.) для аналізу ритму серця, що містить генератор (*) тактових імпульсів, джерело (*) постійного потенціалу, пороговий елемент (*), з'єднаний інформаційним входом з входом пристрою, перший формувач (*) імпульсів, перший і другий елементи затримки (*), перший і другий елементи (*) И, що з'єднані першими входами з виходом генератора імпульсів, перший (*) лічильник імпульсів, що з'єднаний лічильним входом з виходом першого елемента И, другий (*) лічильник імпульсів, що з'єднаний лічильним входом з виходом другого елемента И, арифметичний блок (*), блок реєстрації результату (*), задатчик (*) порогу спрацювання, що з'єднаний входом з виходом джерела постійного потенціалу, а виходом - з входом вводу значення порогу спрацювання порогового елемента, вихід якого з'єднаний з входом першого формувача імпульсів, кільцевий реєстр (*) зсуву, що з'єднаний входом зсуву з виходом першого формувача імпульсів, першим виходом - з другим входом першого елемента И, а другим виходом - з другим входом другого елемента И, другий

формував (*) імпульсів, що з'єднаний входом з третім виходом реєстру зсуву, а виходом - з входом обнулення блоку реєстрації результату і через перший елемент затримки - з входом керування арифметичного блоку, третій формував (*) імпульсів, що з'єднаний входом з четвертим виходом реєстру зсуву, а виходом - через другий елемент затримки з входами обнулення лічильників імпульсів, елемент порівняння (*), що з'єднаний порозрядно першими і другими входами з виходами відповідного лічильника імпульсів, першу (*) групу елементів И, що з'єднані першими входами з першим виходом елемента порівняння, а другими входами порозрядно з виходами першого лічильника імпульсів, ДРУГУ (*) групу елементів И, що з'єднані першими входами з першим входом елемента порівняння, а другими входами - порозрядно з виходами другого лічильника імпульсів, третю (*) групу елементів И, що з'єднані першими входами з третім виходом елемента порівняння, а другими входами порозрядно з виходами першого лічильника імпульсів, четверту (*) групу елементів И, що з'єднані першими входами з третім виходом елемента порівняння, а другими входами - порозрядно з виходами другого лічильника імпульсів, причому, виходи першої і четвертої груп елементів И порозрядно з'єднані з другими інформаційними входами арифметичного блоку, а виходи другої і третьої груп елементів И порозрядно з'єднані з першими інформаційними входами арифметичного блоку, п'яту (*) групу елементів И, що з'єднані першими входами з виходом другого формувача імпульсів, другими входами - порозрядно з виходами арифметичного блоку, а виходами - порозрядно з першими інформаційними входами блоку реєстрації результату, і третій (*) елемент И, що з'єднаний першим входом з виходом третього формувача імпульсів, другим входом - з другим виходом елемента порівняння, а виходом - з другим інформаційним

входом блока реєстрації результату. (Тут * - признаки загальні з об'єктом винаходу.)

Недоліки відомого пристрою - обмеженість функційних можливостей, що обумовлено низькою репрезентативністю вихідної інформації, т. щ. пристрій побавлено можливості вводу допусків і їх порівнення з результатами аналізу, а також неможливістю в реальному масштабі часу забарвлювати вихідну інформацію і фіксувати момент виходу результатів аналізу за поле їх допустимих значень.

Задача винаходу - створення приладних засобів контролю аритмії серця людини з виводом репрезентативних результатів в реальному масштабі часу.

Технічний результат полягає в расширені функціних можливостей пристрою шляхом підвищення репрезентативності результатів аналізу, а саме - забезпечить забарвлення (відзначити динаміку) аналізуючого параметру, а саме, генерувати інформацію про зниження або росту аритмії серця, і генерувати сигнал попередження про вихід аналізуючого параметру за допустимі межі в реальному масштабі часу.

Технічний результат забезпечується тим, що в пристрій, що містить генератор тактових імпульсів, джерело постійного потенціалу, задатчик порогу спрацювання пристрою, що з'єднаний входом з виходом джерела постійного потенціалу, пороговий елемент, що з'єднаний інформаційним входом з входом пристрою, а входом вводу порогу спрацювання (входом керуання) - з виходом задатчика порогу спрацювання, перший формувач імпульсів, що з'єднаний входом з виходом порогового елементу, кільцевий реєстр зсуву, що з'єднаний входом зсуву з виходом першого формувача імпульсів, другий формувач імпульсів, що з'єднаний входом з третім виходом реєстру зсуву, третій формувач імпульсів, з'єднаний входом з четвертим виходом реєстру

зсуву, перший елемент И, з'єднаний першим входом з виходом генератору імпульсів, а другим входом - з першим виходом реєстру зсуву, другий елемент И, з'єднаний першим входом з виходом генератора імпульсів, а другим входом - з другим виходом реєстру зсуву, перший елемент затримки, з'єднаний входом з виходом другого формувача імпульсів, другий елемент затримки, з'єднаний входом з виходом третього формувача імпульсів, перший лічильник імпульсів, з'єднаний лічильним входом з виходом першого елементу И, а входом обнулення - з виходом другого елемента затримки, другий лічильник імпульсів, з'єднаний лічильним входом з виходом другого елемента И, а входом обнулення - з виходом другого елемента затримки, елемент порівняння, з'єднаний першими і другими входами порозрядно з виходами першого і другого лічильників імпульсів, першу групу елементів И, з'єднаних першими входами порозрядно з виходами першого лічильника імпульсів, а другими входами - з першим виходом елементу порівняння, другу групу елементів И, з'єднаних першими входами порозрядно з виходами другого лічильника імпульсів, а другими входами з першим виходом елементу порівняння, третю групу елементів И, з'єднаних першими входами порозрядно з виходами першого лічильника імпульсів, а другими входами з третім виходом елементу порівняння, четверту групу елементів И, з'єднаних першими входами порозрядно з виходами другого лічильника імпульсів, а другими входами - з третім виходом елементу порівняння, арифметичний блок, з'єднаний входом керування з виходом першого елементу затримки, п'яту групу елементів И, з'єднаних першими входами з виходом третього формувача імпульсів, а другими входами - порозрядно з виходами арифметичного блоку, третій елемент И, з'єднаний першим входом з виходом третього формувача імпульсів, а другим входом - з другим виходом елементу

порівняння, і реєстр пам'яті (реєстратор) результату, з'єднаний входом обнулення з виходом другого формувача імпульсів, групою перших інформаційних входів - порозрядно з виходами п'ятої групи елементів И, а другим інформаційним входом - з виходом третього елемента И, введені перша група елементів ИЛИ, з'єднаних порозрядно першими і другими входами з виходами другої і третьої груп елементів И, а виходами - з першими інформаційними входами арифметичного блоку, друга група елементів ИЛИ, з'єднаних порозрядно першими і другими входами з виходами першої і четвертої груп елементів И відповідно, а виходами - з другими інформаційними входами арифметичного блоку, задатчик допустимого рівня аритмії, другий елемент порівняння, з'єднаний порозрядно першими входами з виходами реєстру результату, а другими входами - з виходами задатчика допустимого рівня аритмії, елемент ИЛИ і четвертий елемент И, з'єднаний входами з першим виходом другого елемента порівняння і виходом четвертого елемента И, причому, п'ята група елементів И доповнена двома елементами И, перші входи яких з'єднані з виходом третього формувача імпульсів, други входи - з першим і третім виходами першого елемента порівняння відповідно, реєстр результату доповнений двома тригерами (розрядами), входи обнулення яких з'єднані з виходом другого формувача імпульсів, а установчі (одиничні, інформаційні) входи - з виходами додатково введених в п'яту групу елементів И, перші входи реєстра результату з'єднані порозрядно з першими виходами пристрою, други його входи, входи утворені одиничними виходами двох додатково введених в реєстр результату тригерів, з'єднані з другими виходами пристрою і з входами елемента ИЛИ, а вихід четвертого елемента И з'єднаний з третім виходом пристрою.

Рішення задачі розширення функційних можливостей пристрою досягається введенням двох груп елементів ИЛИ, що дозволяє використати перші чотири групи елементів И як з закритими, так і з відкритими колекторами; додаток п'ятої групи елементів И двома елементами И і реєстра результату двома тригерами з відповідними зв'язками, що дозволяє доповнити вихідну інформацію відомостями про динаміку аритмії серця; введенням задатчика допустимого рівня аритмії, другого елемента порівняння, елемента ИЛИ і четвертого елемента И з відповідними зв'язками, що забезпечує вивід в реальному масштабі часу інформації про момент виходу аритмії серця за допустимі межі.

Т.ч., пропонований пристрій відрізняється від відомих наявністю додатково введених вузлів і зв'язків, що забезпечує йому розширення функційних можливостей за рахунок завищення репрезентивності вихідної інформації, надання інформації про динаміку контролюючого параметру і інформації про вихід параметру за допустимі межі в реальному масштабі часу, а, отже, оно відрізняється новизною; має можливість тиражування на сучасній елементній базі і застосовністю (корисністю) для цілей контролю стану організму людини в будь яких умовах його життєдіяльності (при виконанні в носимому варіанті, наприклад в кишенькових або в наручних електронних годинниках), в т.ч. в медичних і спортивних цілях.

Схема пристрою для експрес-контролю аритмії серця людини приведена на рисунку (кресленні).

Пристрій для експрес-контролю аритмії серця людини вміщує генератор 1 тактових імпульсів, джерело 2 постійного потенціалу, задатчик 3 постійного потенціалу (порогу спрацювання пристрою), з'єднаний входом з виходом джерела 2 постійного потенціалу, пороговий елемент 4, з'єднаний сигнальним входом з входом пристрою, а входом

вводу порогу спрацювання з виходом задатчика 3 постійного потенціалу, перший формувач 5 імпульсів, з'єднаний входом з виходом порогового елемента 4, кільцевий реєстр 6 зсуву, з'єднаний входом зсуву з виходом формувача 5 імпульсів, другий формувач 7 імпульсів, з'єднаний входом з третім виходом реєстру 6 зсуву, третій формувач 8 імпульсів, з'єднаний входом з четвертим виходом реєстру 6 зсуву, перший елемент 9 И, з'єднаний першим входом з виходом генератора 1 імпульсів, а другим входом - з першим виходом реєстру 6 зсуву, другий елемент 10 И, з'єднаний першим входом з виходом генератора 1 імпульсів, а другим входом - з другим виходом реєстру 6 зсуву, перший 11 і другий 12 елементи затримки, що з'єднані входами з виходами формувачів 7 і 8 імпульсів відповідно, перший 13 і другий 14 лічильники імпульсів, що з'єднані лічильними входами з виходами відповідно елементів 9 і 10 И, а входами обнулення з виходом елементу 12 затримки, перший елемент 15 порівняння, з'єднаний порозрядно першими і другими входами з виходами відповідно лічильників 13 і 14 імпульсів, першу 16, другу 17, третю 18 і четверту 19 групи елементів И, перші входи груп 16 і 18 елементів И порозрядно з'єднані з виходами лічильника 13 імпульсів, перші входи груп 17 і 19 елементів И порозрядно з'єднані з виходами лічильника 14 імпульсів, другі входи груп 16 і 17 елементів И з'єднані з першим виходом елементу 15 порівняння, а другі входи груп 18 і 19 елементів И з'єднані з третім виходом елементу 15 порівняння, арифметичний блок 20, з'єднаний входом керування з виходом елементу 11 затримки, п'яту групу 21 елементів И, число яких дорівнює числу p розрядів арифметичного блоку 20 плюс два - $(p+2)$, перші вході яких з'єднані з виходом формувача 8 імпульсів, другі входи перших p елементів И групи 21 з'єднані порозрядно з виходами арифметичного блоку 20, а два останніх (із $p+2$) в групі елементів 21 И - з першим і

третім відповідно виходами елементу 15 порівняння, третій елемент 22 И, з'єднаний першим входом з виходом формувача 8 імпульсів, а другим входом - з другим виходом елементу 15 порівняння, реєстр 23 пам'яті результату, число тригерів якого дорівнює $p+3$, з'єднаних входами обнулення через вхід обнулення реєстру 23 с виходом формувача 7 імпульсів, перші інформаційні входи реєстру 23 пам'яті результату, входи тригерів з 1-го по p -ий, з'єднані порозрядно з виходами групи 21 елементів И, а другий вхід $(p+1)$ -го тригера - з виходом елементу 22 И, першу групу 24 елементів ИЛИ, з'єднаних порозрядно з першими і другими входами з виходами груп 17 і 18 елементів И, а виходами - з першими інформаційними входами арифметичного блоку 20, другу групу 25 елементів ИЛИ, з'єднаних порозрядно першими і другими входами з виходами груп 16 і 19 елементів И, а виходами - з другими входами арифметичного блоку 20, задатчик 26 допустимого рівня аритмії, другий елемент 27 порівняння, з'єднаний порозрядно першими і другими входами з виходами задатчика 26 допустимого рівня аритмії і з першими виходами реєстру 23 пам'яті результату, з виходами 1-го, ... p -го тригерів, елемент 28 ИЛИ і четвертий елемент 29 И, з'єднані входами з першим виходом елементу 27 порівняння і з виходом елементу 28 ИЛИ, причому, перші входи реєстру 23 пам'яті результату порозрядно з'єднані з першими виходами 30 пристрою, другі входи реєстру 23 пам'яті результату, виходи $(p+2)$ -го и $(p+3)$ -го тригерів, з'єднані з другими виходами 31 пристрою і з входами елемента 28 ИЛИ, а вихід четвертого елементу 29 И з'єднаний з третім виходом пристрою.

Пристрій для експрес-контролю аритмії серця людини працює наступним способом (чином).

В початковому стані генератор 1 виробляє імпульси високого потенціалу з постійною частотою f , на виході джерела 2 потенціалу -

високий потенціал U_0 , на виходах порогового елементу 4, формувачів 5, 7 і 8, елементів И 9, 10, 22 і 29, елементів затримки 11 і 12, лічильників 13 і 14, на перших і третіх виходах елементів порівняння 15 і 27, на виходах груп елементів ИЛИ 24, 25 і 28, на виходах арифметичного блоку 20 і на виходах реєстру 23 - низкі, нулеві, потенціали (ланцюги встановлення пристрою в початковий стан на м'яку (креслений) не показані). Задатчиком 3 встановлюється значення порогу спрацювання $U_n < U_0$ а задатчиком 26 - значення допустимого рівня аритмії $ГЧд < 1,00$, зовнішній датчик ритму серця, наприклад п'єзоелектричний, з'єднується з входом пристрою і закріплюється зовні в точці поверхні пацієнта з відчутним пульсом серця. Першим імпульсом з виходу датчика ритму серця на час привнесення сигналу з його виходу $U(t)$ над значенням U_n , встановлюваним задатчиком 3, на виході порогового елементу 4 встановлюється високий потенціал. По передньому фронту високого потенціалу з виходу порогового елементу 4 на виході формувача 5 генерується короткий імпульс високого потенціалу, яким стан реєстру 6 зсуву змінюється на черговий, т.ч. одиниця із нулевого розряду реєстру 6 переводиться в його перший розряд, на першому виході реєстру 6 зсуву встановлюється високий потенціал. При наявності високого потенціалу на першому вході елементу И 9, який поступає з першого виходу реєстру 6, елемент И 9 відкривається і імпульси з виходу генератора 1 поступають на лічильний вхід лічильника 13. Другим імпульсом ритму серця, через датчик ритму, пороговий елемент 4 і формувач 5, перший вихід реєстру 6 зсуву обнуляється, а на другому його виході встановлюється високий потенціал, яким відкривається елемент И 10 і імпульси з виходу генератора 1, через елемент И 10, поступають на лічильний вхід лічильника 14.

И

В лічильнику ІЗ фіксується число пропорціональне довжині імпульсу високого потенціалу на першому виході реєстру 6, а в лічильнику 14 - число пропорціональне довжині імпульсу високого потенціалу на другому виході реєстру 6. Вмістиме лічильників 13 $I_{C13}=TJ$ і 14 $N_{14}=T/f$ порівнюється елементом порівняння 15, причому, на першому виході елементу порівняння 15 встановлюється високий потенціал при $I_{C13}>I_{C14}$ а другі його виходи виявляються обнуленими, на другому виході елементу порівняння встановлюється високий потенціал при $N_{13}=N_{14}$, а другі його виходи виявляються обнуленими, і на третьому виході елементу порівняння 15 встановлюється високий потенціал при $N_{13}<N_{14}$, при нульових потенціалах на першому і другому його виходах. Високим потенціалом з першого виходу елементу порівняння 15 відкриваються групи елементів И 16 и 17, високим потенціалом з другого виходу - елемент И 22, а високим потенціалом з третього виходу - відкриваються групи елементів И 18 і 19. Керування відкриттям груп елементів И 16, 17, 18 і 19 забезпечує вивід на перші інформаційні входи арифметичного блоку 20, через групу елементів ИЛИ 24, числа N_{13} при $N_{13}<N_{14}$ або числа N_{14} при $N_{13}>N_{14}$ а на другі входи арифметичного блоку 20, через елементи ИЛИ 25 групи, - числа N_{13} або I_{C13} відповідно. Третім імпульсом ритму серця на третьому виході реєстру 6 встановлюється високий потенціал, а другий його вихід обнуляється. Переднім фронтом високого потенціалу на третьому виході реєстру 6 на виході формувача 7 генерирується короткий імпульс високого потенціалу, який без затримки за часом обнуляється реєстр 23 пам'яті результату і з затримкою за часом t , через елемент затримки 11, запускається арифметичний блок 20, який вираховує частку N_{20} від ділення дільника N_{13} (N_{14}) на дільник N_{14} (N_{13}), тоб-то $N_{20}=N_{13}/N_{14}$ при $N_{13}<N_{14}$ або $N_{20}=N_{14}/N_{13}$ при $N_{13}>N_{14}$, а т.я. $N_{13}=TJ$ і $N_{14}=T_2f$, де T , і T_2

- довжини імпульсів високого потенціалу на першому і другому виходах реєстру 6 зсуву, то $N_{20} = N_{i3}/N_{i4} = T_{if}/T_{2f} = T_i/T_2$, але тоді виявляється виконаним нерівність виду $0 < N_{20} < 1$. Четвертим імпульсом ритму серця на четвертому виході реєстру 6 встановлюється високий потенціал, а третій його вихід обнуляється. Переднім фронтом високого потенціалу з четвертого виходу реєстру 6 формувач 8 генерірує короткий імпульс високого потенціалу, яким без затримки за часом відкриваються елементи И 21 і 22, а з затримкою за часом t , через елемент затримки 12, лічильники 13 і 14 обнулюються, при цьому в блоці 23 фіксується містиме виходів арифметичного блоку 20 і елементу порівняння 15. Наявність високого потенціалу на першому або третьому виходах елементу порівняння 15 відображає факт спаду, стабілізації або росту аритмії серця пацієнта відповідно. При $N_{13} = N_n$, перший і третій виходи елементу порівняння обнулені, групи елементів И 16, 17, 18. 19 і 29 закриті, на виходах арифметичного блоку 20 - нульові потенціали, а на другому виході елементу порівняння 15 - високий потенціал, тому імпульс з виходу формувача 8, через елемент И 22, надходить на другий інформаційний вхід реєстру 23 результату, що абсолютно відповідає умові $N_{i3} = N_u^0$, т.ч. наявність високого потенціалу на виході елементу И 22 являється однозначним признаком відсутності аритмії серця людини. В реєстрі 23 результату оцінки (контролю) аритмії серця по кожній групі із чотирьох імпульсів серцевих скорочень фіксується відносний коефіцієнт ритмічності роботи (праці) серця, і чим він нижче, тим вище аритмія серця, тим небезпечніше стан пацієнта, спортсмена, людини, контроль ритмічності серця якої відбувається. Стан перших виходів 30 пристрою відображає коефіцієнт аритмії (ритмічності), стан других виходів 31 - забарвлює коефіцієнт аритмії, т.ч. відображається поточне значення аритмії серця, що дорівнює $(N_{20})!$, з його допустимим і

заданим задатчиком 26 допустимого рівня аритмії значенням ІЧ_д, причому, на першому виході елементу порівняння 27 встановлюється високий потенціал тільки при виконанні умови $|N_2O| < |Nn|$, т.ч. по досяжені аритмією серця недопустимого рівня. Перший вихід елементу порівняння 27 через елемент И 29 з'єднаний з третім виходом пристрою 32. Надалі пристрій продовжує роботу (працю) по замкнутому чотирьохтактному циклу безмежно довго за часом, чим досягається можливість графопобудування аналізуючого параметру, що характеризує стан організму. Наявність високого потенціалу на третьому виході пристрою відображає факт критичного стану пацієнта і являється попередженням, у випадку світлового або звукового його відображення, для пацієнта і/або оточуючих.

Чисельні значення аритмії серцевої діяльності, її динаміка і сигнал про вихід ритму серця за поле допуску являються високо репрезентативними параметрами стану організму і дозволяють лікарю прийняти кваліфіковані оперативки засоби по нормалізації стану пацієнта і/або понизити навантаження на людину в масштабі реального часу.

Пропонований пристрій може бути реалізованим на автономному живленні, з обмеженими габаритно-ваговими і енергетичними характеристиками, може бути реалізовано в допустимому конструктивному виконанні з бажаним дизайном, транспортабельним, несучим і навіть в кише або наручному варіантах. Він може бути використаний в будь яких умовах життєдіяльності людини.