



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **109734** (13) **C2**
(51) МПК

A61B 5/0452 (2006.01)

A61B 5/024 (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

- (21) Номер заявки: **а 2014 02553**
- (22) Дата подання заявки: **14.03.2014**
- (24) Дата, з якої є чинними права на винахід: **25.09.2015**
- (41) Публікація відомостей про заявку: **11.08.2014, Бюл.№ 15**
- (46) Публікація відомостей про видачу патенту: **25.09.2015, Бюл.№ 18**
- (72) Винахідник(и):
**Файнзільберг Леонід Соломонович (UA),
Мініна Олена Миколаївна (UA)**
- (73) Власник(и):
**МІЖНАРОДНИЙ НАУКОВО-НАВЧАЛЬНИЙ
ЦЕНТР ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА
СИСТЕМ НАН ТА МОН УКРАЇНИ,**
просп. Академіка Глушкова, 40, м. Київ-680,
03680 (UA),
Файнзільберг Леонід Соломонович,
вул. Героїв Дніпра, 36, кв. 17, м. Київ-214,
04214 (UA),
Мініна Олена Миколаївна,
пров. Белогорський, 14, кв. 6, м.
Сімферополь, 95000 (UA)
- (56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою:
UA 16024 U, 17.07.2006
Казначеев В.П., Баевский Р.М., Берсенова А.П. Донозологическая диагностика в практике массовых обследований населения / В.П. Казначеев, Р.М. Баевский, А.П. Берсенова. - Л.: Медицина. - 1980. - С. 54-66
Мурашко В.М., Струтынский А.В. Электрокардиография / В.М. Мурашко, А.В. Струтынский. - М.: Медицина. - 1991. - С. 53-68
- (56) Di Bernardo D., Murray A. Computer model for study of cardiac repolarization / D. Di Bernardo, A. Murray // J. Cardiovasc. Electrophysiol. - 2000. - Vol. 11. - P. 895-899
Afify H., Wahed M.A, Kadah Y.M. ECG classification using affine invariant characterization of phase space / H. Afify, M.A. Wahed, Y.M. Kadah // Proc. of the Cairo Int. Biomedical Engineering Conf. - 2006. - P.1-4
Файнзильберг Л. С. Компьютерный анализ и интерпретация электрокардиограмм в фазовом пространстве / Л.С. Файнзильберг // Системні дослідження та інформаційні технології. - 2004. - №1. - С.32-46
Файнзильберг Л. С. Информационная технология для диагностики функционального состояния оператора / Л.С. Файнзильберг // УСИМ. - 1998. - №4. - С.40-45.
Файнзильберг Л.С. Применение математического моделирования в исследовании нового метода медицинской диагностики / Файнзильберг Л.С., Беклер Т.Ю. // Вестник НТУ "ХПИ". Тематический выпуск: Информатика и моделирование. - Харьков: НТУ "ХПИ". - 2011. - № 36. - С.183-188.
Файнзильберг Л. С. Новая информационная технология обработки ЭКГ для выявления ишемической болезни сердца при массовых обследованиях населения / Л.С. Файнзильберг // УСИМ. - 2005. - №3. - С.63-71
Чабан Т. І. Можливості аналізу електрокардіограми у фазовому просторі та варіабельності ритму серця в амбулаторних пацієнтів із гіпертонічною хворобою / Т.І. Чабан, І.А. Чайковський, Л.С. Файнзільберг, І.П. Лихогра, С.П. Лихогра, О.В. Кухарев // Укр. Мед. Часопис. - №2(70) III - IV. - 2009. - С.126-128
Волошина О. А. Метод ЭКГ диагностики функционального состояния человека на основе фрактального анализа и Вейвлет-преобразования / О. А. Волошина, В. П. Олейник, С. Н. Кулиш, Аль Отти Сами // Радиоэлектронні і комп'ютерні системи. - 2010. - № 4. - С. 29-34.

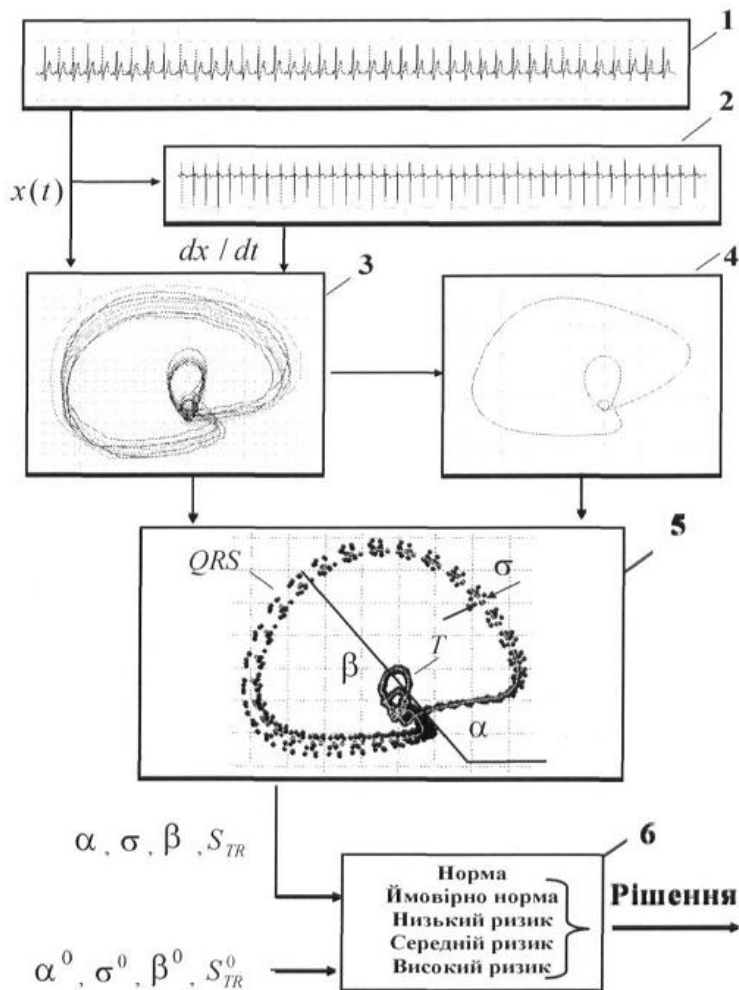
UA 109734 C2

(56) Мащенко, Т.Г. Оценка методов обработки кардиосигналов [Текст] / Мащенко Т.Г., Трубочанова Н.В. // Сборник научных трудов "Вестник НТУ "ХПИ" : Автоматика та приладобудування. - №20 - Вестник НТУ "ХПИ". - 2010. – С.115-123
 UA 77203 C2, 15.11.2006

(54) СПОСІБ ОЦІНЮВАННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО СТАНУ СЕРЦЕВО-СУДИННОЇ СИСТЕМИ ЛЮДИНИ

(57) Реферат:

Винахід стосується способу оцінювання функціонального стану серцево-судинної системи людини, який полягає у формуванні фазового портрету сигналу, за яким оцінюється сукупність діагностичних показників кута орієнтації фазового портрету, величини розкиду фазових траєкторій відносно усередненої фазової траєкторії, показника симетрії фрагменту реполяризації усередненої фазової траєкторії та співвідношення площин петель усередненої фазової траєкторії зубця Т і комплексу QRS. Рішення про стан серцево-судинної системи приймають на основі визначення належності названих діагностичних показників множинам допустимих значень, які можуть бути визначені для окремих груп умовно здорових пацієнтів на основі попередньої обробки клінічних даних жіночої та чоловічої статей різного віку.



Фіг. 1

Винахід належить до фізіології людини, а більш точно до способів оцінювання поточного функціонального стану серцево-судинної системи людини та може бути застосований для проведення масових профілактичних обстежень населення в поліклінічних закладах, спортивній медицині, медицині праці та для самоконтролю в домашніх умовах.

5 Відомий спосіб оцінювання функціонального стану серцево-судинної системи людини, який реалізовано в традиційних електрокардіографічних системах діагностики [див. Мурашко В.М., Струтынський А.В. Электрокардиография. - М.: Медицина", 1991. – С. 53-68]. Цей спосіб складається з того, що вимірюють сигнал, який несе інформацію про зміни в часі електричної активності серця (електрокардіосигнал), оцінюють полярності, амплітуди, тривалості та форми характерних сегментів та зубців цього сигналу та на основі значень цих характеристик оцінюють функціональний стан серцево-судинної системи пацієнта. В той же час традиційний спосіб електрокардіографічної оцінки функціонального стану серцево-судинної системи, який зазвичай засновано на реєстрації ЕКГ-сигналу в 12 відведеннях, є недостатньо оперативний та зручний для проведення масових обстежень населення. До того ж навіть при комп'ютерній реалізації традиційного ЕКГ-аналізу його використання для самоконтролю в домашніх умовах стає проблематичним, тому що потребує певної кваліфікації користувача для правильного розташування електродів.

Відомий також спосіб оцінювання функціонального стану організму людини, який оснований на математичному аналізі варіабельності серцевого ритму [див. Казначеев В.П., Баевский Р.М., Берсенова А.П. Донозологическая диагностика в практике массовых обследований населения. - Л.: Медицина, 1980. - С. 54-66]. Цей спосіб може бути реалізований при реєстрації ЕКГ з одного відведення, має високу оперативність і дозволяє отримати інтегральну інформацію про стан регуляторних систем організму людини. В той же час аналіз варіабельності ритму серця не дозволяє судити про функціональний стан самої серцево-судинної системи.

Для аналізу варіабельності серцевого ритму, класифікації аритмій та оцінювання ступеню хаотичності ЕКГ здобув популярність спосіб оброблення сигналу $z(t)$, який несе інформацію про зміну в часі t електричної активності серця, на фазовій площині $z(t)$, $z(t-\tau)$, де τ - затримка в часі [див. Afify H., Wahed M.A, Kadah Y.M. ECG classification using affine invariant characterization of phase space //Proc. of the Cairo Int. Biomedical Engineering Conf. 2006. - P. 1-4]. Але цей спосіб не дозволяє проводити діагностику прихованих порушень кардіогемодинаміки з напругою функціонального стану міокарда, що є передвісником розвитку різних захворювань.

Насосна функція серця багато в чому визначає можливість організму адекватно адаптуватися при збільшенні навантаження різної природи. Порушення реполяризації шлуночків призводить до електричної неоднорідності міокарда, падіння скорочувальної здатності та напрузі функціонального стану. При цьому відомо, що форма зубця Т на ЕКГ залежить від форми, тривалості і величини трансмембранних потенціалів дії в різних зонах міокарда [див. Гошка С.Л., Седова К.А., Азаров Я.Е. Изменение амплитуды зубца Т и длительности интервала $T_{peak-T_{end}}$ на электрокардиограмме у человека при проведении пробы Вальсальви //Вестник Уральской медицинской академической науки. - 2009. - № 2 (25). - С. 321-322].

Зокрема збільшення симетрії зубця Т пов'язують із зростанням регіональної дисперсії тривалості другої фази потенціалу дії, збільшенням трансмурального градієнта величини потенціалу дії, посиленням електричної негомogeneousності реполяризації внаслідок апоптозу кардіоміоцитів [див. Di Bernardo D., Murray A. Computer model for study of cardiac repolarization //J. Cardiovasc. Electrophysiol. - 2000. - Vol. 11. - P. 895-899]. В той же час відомі методи оброблення ЕКГ у часовій області не забезпечують необхідну точність оцінювання змін форми елементів сигналу, зокрема симетрії зубця Т.

Клінічні дослідження показали, що додаткову діагностичну інформацію при оцінюванні функціонального стану серцево-судинної системи людини можна отримати за швидкісними характеристиками електричної активності серця [див. Волкова Э.Г. Клинико-функциональные взаимосвязи и прогностическое значение скоростных детерминант электрической активности сердца у здоровых и больных артериальной гипертонией и ишемической болезнью сердца. - Авт. дис ... докт. мед. наук. - Челябинск, 1990. - 33 с.].

Спосіб, який ґрунтується на амплітудних та швидкісних показниках електричної активності серця та найбільш близький до способу, що пропонується, є спосіб згідно з патентом України [UA 16024, Спосіб інтегральної оцінки поточного функціонального стану серцево-судинної системи людини, Файнзільберг Л.С., Бюл. № 7, 2006].

Цей спосіб полягає у тому, що вимірюють сигнал, який несе інформацію про зміну в часі електричної активності серця, визначають поточну швидкість зміни цього сигналу, спостерігають у фазовому просторі координат траєкторію, що відображає залежність поточної швидкості зміни

сигналу, що вимірюють відносно поточного рівня цього сигналу під час спостереження, визначають фазовий портрет пацієнта шляхом усереднення у фазовому просторі координат траєкторій, які зареєстровані під час послідовності з кількох серцевих циклів, запам'ятовують еталонний фазовий портрет пацієнта в початковому стані, аналогічним чином визначають

5 фазовий портрет пацієнта, що відповідає поточному стану його серцево-судинної системи, вимірюють відхилення поточного фазового портрета пацієнта від еталонного та оцінюють поточний функціональний стан серцево-судинної системи шляхом порівняння отриманої величини відхилення фазових портретів з пороговим значенням.

Таким чином, спосіб ґрунтується лише на порівнянні поточного фазового портрету користувача з його індивідуальним еталоном, але не враховує значення поточних діагностичних ознаки фазового портрета, які несуть інформацію про поточний функціональний стан серцево-судинної системи, що обмежує його сфери застосування.

В основу винаходу поставлена задача вдосконалити спосіб оцінювання поточного функціонального стану серцево-судинної системи людини за рахунок аналізу додаткових

15 діагностичних ознак фазового портрету людини, що обстежується.

Поставлена задача вирішується тим, що спосіб оцінювання функціонального стану серцево-судинної системи людини за одноканальною електрокардіограмою, що полягає у тому, що вимірюють сигнал, який несе інформацію про зміну в часі електричної активності серця, визначають поточну швидкість цього сигналу, спостерігають у фазовому просторі координат траєкторії, що відображають залежність поточної швидкості сигналу відносно поточного рівня

20 цього сигналу під час спостереження послідовності з кількох серцевих циклів та визначають фазовий портрет електрокардіограми шляхом усереднення у фазовому просторі зазначених траєкторій, який додатково визначають кут α орієнтації зазначеного фазового портрету, величину σ розкиду фазових траєкторій відносно усередненої фазової траєкторії, показник β

25 симетрії фрагменту реполяризації усередненої фазової траєкторії, співвідношення S_{TR} площин петель усередненої фазової траєкторії зубця T і комплексу QRS та оцінюють функціональний стан серцево-судинної системи за сукупністю значень показників α , σ , β і S_{TR} .

При цьому функціональний стан серцево-судинної системи оцінюють в межах фізіологічної норми, якщо кожен з показників α , σ , β і S_{TR} належить відповідній множині α^0 , σ^0 , β^0 і S_{TR}^0

30 S_{TR}^0 допустимих значень, ймовірно нормальним, якщо один з показників α , σ , β і S_{TR} не належить відповідній множині α^0 , σ^0 , β^0 і S_{TR}^0 , низький ризик порушення функціонального стану, якщо будь-які два з показників α , σ , β і S_{TR} не належать відповідній множині α^0 , σ^0 , β^0 і S_{TR}^0 , середній ризик порушення функціонального стану, якщо будь-які три з показників α , σ , β і S_{TR} не належать відповідній множині α^0 , σ^0 , β^0 і S_{TR}^0 , високий ризик порушення

35 функціонального стану, якщо кожен з показників α , σ , β і S_{TR} не належить відповідній множині α^0 , σ^0 , β^0 і S_{TR}^0 .

Згідно зі способом, що пропонується, множини α^0 , σ^0 , β^0 і S_{TR}^0 допустимих значень показників α , σ , β і S_{TR} можуть визначатися для окремих груп умовно здорових пацієнтів на основі попередньої обробки клінічних даних жіночою та чоловічої статей різного віку.

Сукупність ознак, що відрізняють цей спосіб від відомих, а саме наявність додаткових операцій, які зводяться до того, що визначають кут α орієнтації поточного портрету, величину σ розкиду фазових траєкторій відносно усередненої фазової траєкторії, параметр β симетрії

40 фрагменту реполяризації усередненої фазової траєкторії, співвідношення S_{TR} площин петель усередненої фазової траєкторії зубця T і комплексу QRS та оцінюють функціональний стан серцево-судинної системи на основі визначення належності показників α , σ , β і S_{TR} до

45 відповідних множин α^0 , σ^0 , β^0 і S_{TR}^0 допустимих значень, які можуть визначатися для окремих груп умовно здорових пацієнтів дозволяє при масових обстеженнях населення підвищити чутливість та специфічність оцінювання поточного функціонального стану серцево-судинної системи пацієнта, що тестується.

50 На фіг. 1 наведено схему, яка ілюструє послідовність операцій, що забезпечують реалізацію способу. На фіг. 1 наведено такі позначення:

$x(t)$ - сигнал, що несе інформацію про зміни в часі електричної активності серця (ЕКГ одного відведення, наприклад, першого стандартного - права та ліва руки);

dx/dt - сигнал, що несе інформацію про швидкість зміни сигналу $x(t)$;

1 - блок реєстрації сигналу $x(t)$, що несе інформацію про зміни в часі електричної активності серця (ЕКГ в одному з відведень, наприклад, в першому);

2 - блок визначення швидкості dx/dt зміни сигналу $x(t)$;

3 - блок формування фазових траєкторій на площині з координатами $x(t)$, dx/dt ;

4 - блок формування фазового портрету ЕКГ (усередненої фазової траєкторій на площині з координатами $x(t)$, dx/dt);

5 - блок визначення діагностичних ознак (кута α орієнтації фазового портрету, величини σ розкиду фазових траєкторій відносно усередненої фазової траєкторії, показника β симетрії фрагменту реполяризації усередненої фазової траєкторії та співвідношення S_{TR} площин петель усередненої фазової траєкторії зубця Т і комплексу QRS);

6 - блок прийняття рішень на основі визначення належності показників α , σ , β і S_{TR} до відповідних множин α^0 , σ^0 , β^0 і S_{TR}^0 допустимих значень.

На фіг. 2 наведено приклади фазових траєкторій одноканальної ЕКГ з різними значеннями кутів α орієнтації фазових портретів. Цей показник визначається за двома характерними точками усередненої фазової траєкторії: точки самоперетину петлі, що відповідає QRS комплексу, та точки, яка лежить на найбільшій відстані від першої.

Експериментальні дослідження показали, що показник α несе додаткову діагностичну інформацію про функціональний стан серцево-судинної системи. Результати попередніх досліджень, які в подальшому можуть бути уточнені, показали, що множина допустимих значень цього показника для умовно здорової людини може бути визначений як

$$110 < \alpha^0 < 185 \text{ град.} \quad (1)$$

На фіг. 3 наведено приклади фазових траєкторій одноканальної ЕКГ здорового волонтера зі значенням показника $\sigma = 25 \text{ у.о.}$ їх розкиду, обчисленого відносно усередненої фазової траєкторії, і ЕКГ хворого на хронічну форму ішемічної хвороби серця, для якої значення показника розкиду траєкторій складало $\sigma = 60 \text{ у.о.}$

Експериментальні дослідження показали, що показник σ несе додаткову діагностичну інформацію про рівень адаптаційних резервів організму та є предиктором адекватності "ступеня хаотичності" функціонування серцево-судинної системи. Результати попередніх досліджень, які в подальшому можуть бути уточнені, показали, що допустимий рівень цього показника для умовно здорової людини складає

$$\sigma^0 < 30 \text{ у.о.} \quad (2)$$

На фіг. 4 наведено схему визначення показника β , який обчислюється за фрагментом усередненої фазової траєкторії, що відповідає періоду реполяризації (зубцю Т), як відношення

$$\beta = \frac{D^+}{|D^-|}, \quad (3)$$

де D^+ - максимальна позитивна швидкість фрагменту реполяризації, а $|D^-|$ - модуль максимальної негативної швидкості фрагменту реполяризації.

Експериментальні дослідження показали, що показник β несе додаткову діагностичну інформацію про функціональний стан серцево-судинної системи та є найбільш чутливий предиктор початкових ознак ішемії міокарда. Результати попередніх досліджень, які в подальшому можуть бути уточнені, показали, що множина допустимих значень показника β для умовно здорової людини може бути визначена як

$$\beta^0 < 0,72 \text{ у.о.} \quad (4)$$

На фіг. 5 наведено приклади двох одноканальних ЕКГ з нормальним $\beta = 0,6 \text{ у.о.}$ (вгорі) та підвищеним $\beta = 1,1 \text{ у.о.}$ (внизу) середніми значеннями параметру симетрії зубців Т, відмінність яких майже непомітна на ЕКГ в часовій області, але наочно проявляється на фрагментах реполяризації усереднених фазових траєкторій.

На фіг. 6 наведено приклади фазових траєкторій одноканальної ЕКГ хворого з інфарктом міокарда в анамнезі зі значенням показника $S_{TR} = 0,007$, і здорового волонтера (спортсмена вищої кваліфікації) зі значенням показника $S_{TR} = 0,08$. Ці показники обчислюються за усередненню фазової траєкторії як відношення

$$S_{TR} = \frac{\Omega_T}{\Omega_{QRS}}, \quad (5)$$

де Ω_T - площа петлі зубця Т, а Ω_{QRS} - площа петлі комплексу QRS.

Цей показник характеризує співвідношення електричних процесів реполяризації та деполіризації, але, на відміну від аналогічного показника, що використовується при аналізі векторкардіограми, може бути отриманий за одноканальною електрокардіограмою. Результати попередніх досліджень, які в подальшому можуть бути уточнені, показали, що множина допустимих значень показника S_{TR} для умовно здорової людини може бути визначена як

$$S_{TR} > 0,02 \text{ у.о.} \quad (6)$$

На фіг. 7 наведено результати клінічних досліджень, які ілюструють, що показник σ розкиду фазових траєкторій має вікові та тендерні особливості, зокрема те, що з віком цей показник у чоловіків має тенденцію до збільшення, а у жінок - тенденцію до зменшення. З цього випливає, що допустимі обмеження σ^0 цього параметру та обмеження α^0 , β^0 і S_{TR}^0 інших параметрів, доцільно визначати для окремих вікових груп чоловіків та жінок.

Спосіб оцінювання поточного функціонального стану серцево-судинної системи людини згідно з винаходом, що пропонується, складається з послідовності таких дій (див. фіг. 1).

За допомогою блока 1 вимірюють електричний сигнал $x(t)$, який виникає на поверхні тіла пацієнта, що тестується, та несе інформацію про зміни в часі електричної активності серця. Сигнал $x(t)$ отримують за допомогою електродів, що застосовуються в кардіологічній практиці. Електроди встановлюють на одне з стандартних відведень тіла пацієнта, зокрема, на перше стандартне відведення (ліва рука - права рука).

За допомогою блока 2 визначають поточну швидкість dx/dt зміни сигналу $x(t)$. Як блок 2 для визначення швидкості зміни сигналу $x(t)$ застосовують аналоговий або цифровий прилад оцінювання першої похідної сигналу.

Сигнали $x(t)$ та dx/dt надходять на входи блока 3, за допомогою якого формуються фазові траєкторії послідовності серцевих циклів на площині з координатами $x(t)$, dx/dt . Оскільки ЕКГ не є періодичною функцією часу, то траєкторії окремих циклів не співпадають, але вони групуються в локальній частині фазової площини у вигляді аттрактора (граничного циклу).

За допомогою блока 4 визначається усереднена фазова траєкторія, яка може бути отримана різними обчислювальними методами, зокрема, на основі евклідової або гаусдорфової метрики.

Послідовність сформованих фазових траєкторій та визначена за ними усереднена фазова траєкторія надходять на входи блока 5, за допомогою якого обчислюються діагностичні параметри α , σ , β і S_{TR} , що відповідають поточному стану серцево-судинної системи людини, що обстежується.

Показник α характеризує кут орієнтації фазового портрету ЕКГ (фіг. 2), допустимі значення яких визначаються умовою (1). Показник σ характеризує ступінь розкиду фазових траєкторій (фіг. 3), допустимі значення якого визначаються умовою (2). Показник β характеризує ступінь симетрії фрагменту реполяризації усередненої фазової траєкторії відносно рівня $dx/dt=0$ (фіг. 4) та визначається за формулою (3), а його допустимі значення задовольняють умову (4). Для підвищення точності та надійності обчислення значення показника β здійснюється за фрагментом усередненої фазової траєкторії, що відповідає зубцю Т (фіг. 5).

Показник S_{TR} характеризує співвідношення електричних процесів реполяризації та деполіризації. Його значення для ЕКГ, що спостерігається, обчислюється за формулою (5), а допустимі значення визначаються умовою (6).

Для підвищення достовірності оцінювання функціонального стану конкретної людини допустимо значення показників α , σ , β і S_{TR} доцільно визначати для окремих вікових груп чоловіків та жінок (див. результати клінічних досліджень, наведені на фіг. 7, за якими можна визначати допустимі значення показника σ).

Обчислені поточні значення показників α , σ , β і S_{TR} та попередньо визначенні їх допустимі значення (обмеження) α^0 , σ^0 , β^0 і S_{TR}^0 надходять до блока 6, за допомогою якого приймаються рішення про функціональний стан серцево-судинної системи людини, що обстежується.

5 Функціональний стан серцево-судинної системи вважається нормальним, якщо всі показники α , σ , β і S_{TR} належить відповідним множинам α^0 , σ^0 , β^0 і S_{TR}^0 , ймовірно нормальним, якщо один з показників α , σ , β і S_{TR} не належить відповідній множині α^0 , σ^0 , β^0 і S_{TR}^0 , низький ризик патології, якщо будь-які два з показників α , σ , β і S_{TR} не належать відповідній множині α^0 , σ^0 , β^0 і S_{TR}^0 , середній ризик патології, якщо будь-які три з показників α , σ , β і S_{TR} не належать відповідній множині α^0 , σ^0 , β^0 і S_{TR}^0 , високий ризик патології, якщо кожен з показників α , σ , β і S_{TR} не належить відповідній множині α^0 , σ^0 , β^0 і S_{TR}^0 .

В таблиці 1 наведено деякі приклади рішень, які приймаються з урахуванням умов (1), (2), (4), (6) на допустимі значення показників.

Таблиця 1

| Значення показників | | | | Рішення про функціональний стан серцево-судинної системи |
|---------------------|----------------|----------------|-----------------|--|
| α , град | σ , у.о | β , у.о. | S_{TR} , у.о. | |
| 110÷185 | <30 | <0,72 | >0,02 | фізіологічна норма |
| <110 | <30 | <0,72 | >0,02 | умовно нормальний |
| 110÷185 | ≥30 | <0,72 | >0,02 | умовно нормальний |
| 110÷185 | <30 | <0,72 | ≤0,02 | умовно нормальний |
| 110÷185 | <30 | ≥0,72 | >0,02 | умовно нормальний |
| <110 | ≥30 | <0,72 | >0,02 | низький ризик порушення |
| >185 | ≥30 | <0,72 | >0,02 | низький ризик порушення |
| >185 | <30 | <0,72 | ≤0,02 | низький ризик порушення |
| <110 | <30 | <0,72 | ≤0,02 | низький ризик порушення |
| <110 | <30 | ≥0,72 | >0,02 | низький ризик порушення |
| >185 | <30 | ≥0,72 | >0,02 | низький ризик порушення |
| 110÷185 | ≥30 | ≥0,72 | >0,02 | низький ризик порушення |
| 110÷185 | <30 | ≥0,72 | ≤0,02 | низький ризик порушення |
| 110÷185 | ≥30 | <0,72 | ≤0,02 | низький ризик порушення |
| >185 | ≥30 | <0,72 | ≤0,02 | середній ризик порушення |
| <110 | ≥30 | <0,72 | ≤0,02 | середній ризик порушення |
| >185 | ≥30 | ≥0,72 | >0,02 | середній ризик порушення |
| <110 | ≥30 | ≥0,72 | >0,02 | середній ризик порушення |
| >185 | <30 | ≥0,72 | ≤0,02 | середній ризик порушення |
| <110 | <30 | ≥0,72 | ≤0,02 | середній ризик порушення |
| 110÷185 | ≥30 | ≥0,72 | ≤0,02 | середній ризик порушення |
| <110 | ≥30 | ≥0,72 | ≤0,02 | високий ризик порушення |

15 Результати аналізу одноканальної ЕКГ за сукупністю наведених показників легко можуть бути інтерпретовані, що забезпечує швидкість проведення масових профілактичних обстежень для виявлення пацієнтів з груп ризику, яким доцільно проводити подальше поглиблене обстеження.

20

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

1. Спосіб оцінювання функціонального стану серцево-судинної системи людини полягає у тому, що вимірюють сигнал, який несе інформацію про зміну в часі електричної активності серця, визначають поточну швидкість цього сигналу, спостерігають у фазовому просторі координат траєкторії, що відображають залежність поточної швидкості сигналу відносно поточного рівня цього сигналу під час спостереження послідовності з кількох серцевих циклів та визначають

25

фазовий портрет електрокардіограми шляхом усереднення у фазовому просторі зазначених траєкторій, визначають кут α орієнтації зазначеного фазового портрету, величину σ розкиду фазових траєкторій відносно усередненої фазової траєкторії, показник β симетрії фрагменту реполяризації усередненої фазової траєкторії, який **відрізняється** тим, що додатково

5 визначають співвідношення S_{TR} площин петель усередненої фазової траєкторії зубця Т і комплексу QRS та оцінюють функціональний стан серцево-судинної системи за сукупністю значень показників α , σ , β і S_{TR} , причому функціональний стан серцево-судинної системи оцінюють в межах фізіологічної норми, якщо кожен з показників α , σ , β , S_{TR} належить

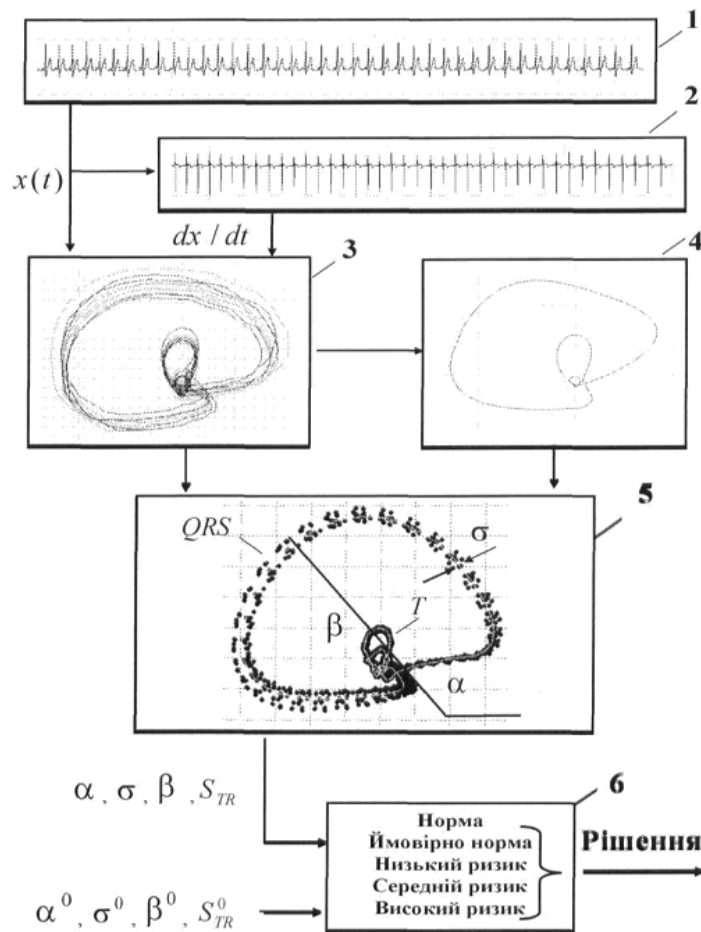
10 відповідній множині α^0 , σ^0 , β^0 , S_{TR}^0 допустимих значень, ймовірно нормальним, якщо один з показників α , σ , β , S_{TR} не належить відповідній множині α^0 , σ^0 , β^0 , S_{TR}^0 , низький ризик порушення функціонального стану, якщо будь-які два з показників α , σ , β , S_{TR} не належать

відповідній множині α^0 , σ^0 , β^0 , S_{TR}^0 , середній ризик порушення функціонального стану, якщо будь-які три з показників α , σ , β , S_{TR} не належать відповідній множині α^0 , σ^0 , β^0 , S_{TR}^0 , високий ризик порушення функціонального стану, якщо кожен з показників α , σ , β , S_{TR} не

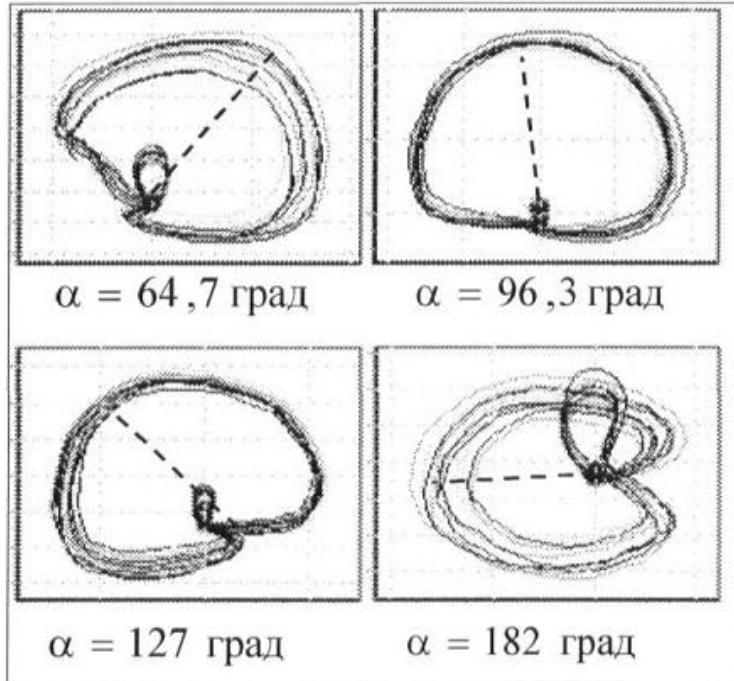
15 належить відповідній множині α^0 , σ^0 , β^0 , S_{TR}^0 , причому відповідні множини α^0 , σ^0 , β^0 , S_{TR}^0 визначають на основі попередньої обробки клінічних даних умовно здорових пацієнтів.

2. Спосіб оцінювання функціонального стану серцево-судинної системи людини за п. 1, який **відрізняється** тим, що множини α^0 , σ^0 , β^0 , S_{TR}^0 допустимих значень показників α , σ , β , S_{TR} визначають для окремих груп умовно здорових пацієнтів на основі попередньої обробки

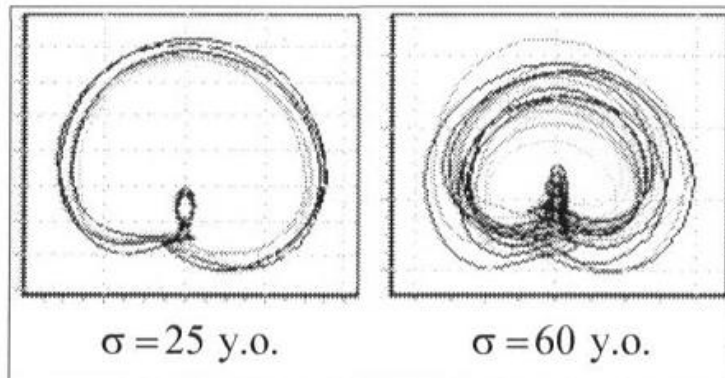
20 клінічних даних жіночої та чоловічої статей різного віку.



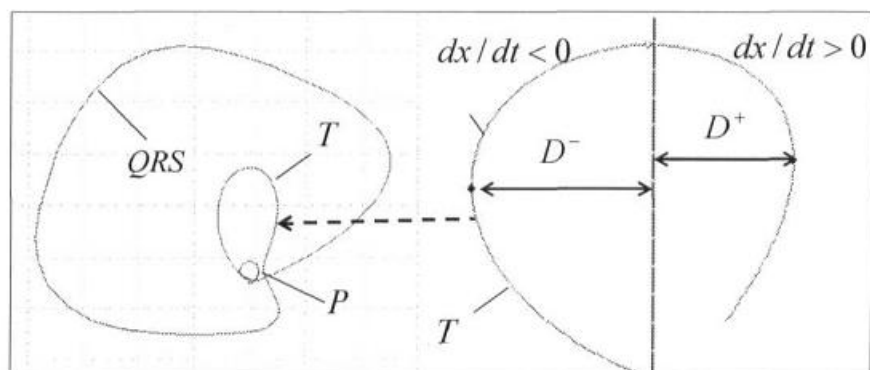
Фіг. 1



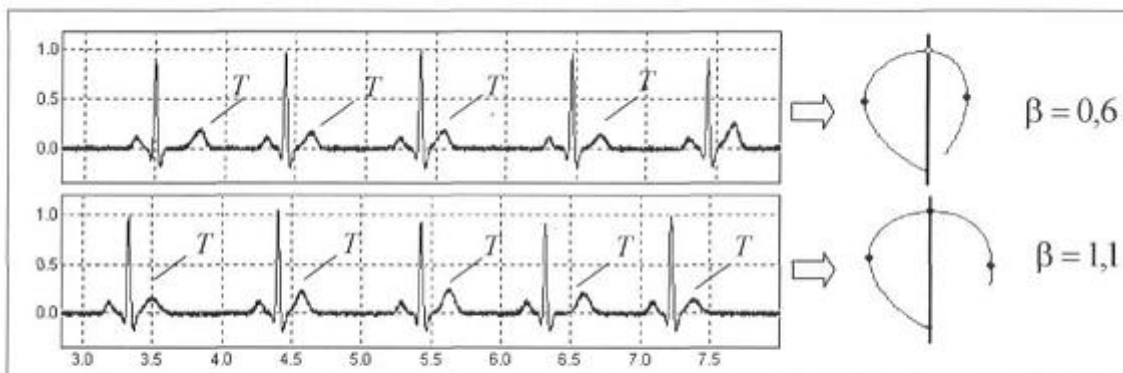
Фиг. 2



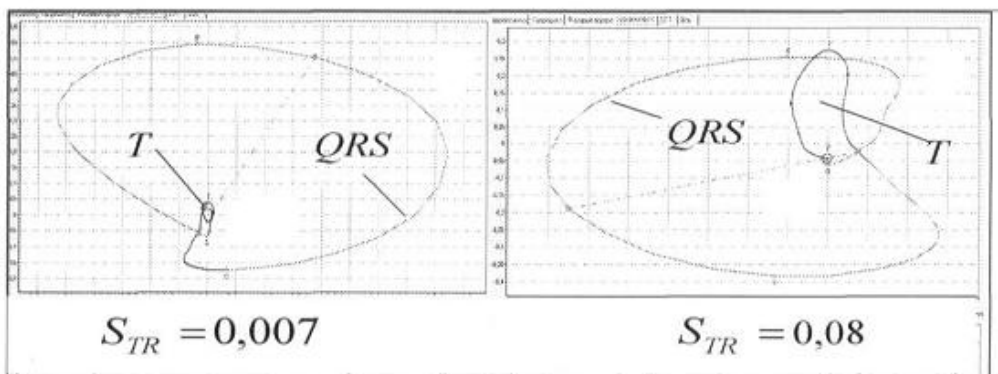
Фиг. 3



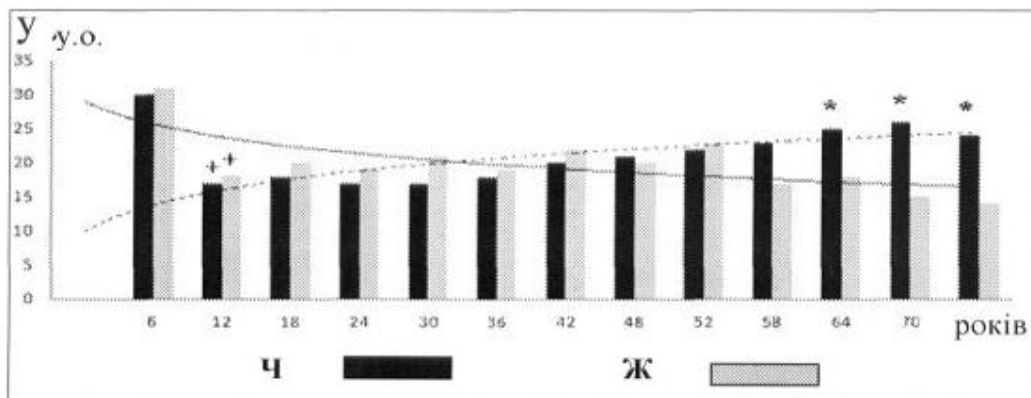
Фиг. 4



Фіг. 5



Фіг. 6



Фіг. 7

Комп'ютерна верстка Г. Паяльніков

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Урицького, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

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