



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **100860** (13) **U**  
(51) МПК

**A61B 5/02** (2006.01)

**A61B 5/0402** (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

## (12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: <b>u 2015 02153</b>	(72) Винахідник(и): <b>Файнзільберг Леонід Соломонович (UA)</b>
(22) Дата подання заявки: <b>11.03.2015</b>	(73) Власник(и): <b>МІЖНАРОДНИЙ НАУКОВО-НАВЧАЛЬНИЙ ЦЕНТР ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА СИСТЕМ НАН ТА МОН УКРАЇНИ,</b> просп. Академіка Глушкова, 40, м. Київ-680, 03680 (UA), <b>Файнзільберг Леонід Соломонович,</b> вул. Героїв Дніпра, 36, кв. 17, м. Київ-214, 04214 (UA)
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: <b>10.08.2015</b>	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: <b>10.08.2015, Бюл.№ 15</b>	

## (54) СПОСІБ ОЦІНЮВАННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ РЕЗЕРВІВ СЕРЦЕВО-СУДИННОЇ СИСТЕМИ ЛЮДИНИ

### (57) Реферат:

Спосіб оцінювання функціональних резервів серцево-судинної системи людини полягає у тому, що реєструють електрокардіограму (ЕКГ) в одному відведенні в трьох послідовних станах - стані спокою, на максимумі навантаження та в період реституції, обчислюють сукупність значень амплітудно-часових параметрів ЕКГ та параметрів варіабельності серцевого ритму в указаних трьох станах. Обчислення зазначених параметрів в період реституції здійснюють після фіксованого проміжку часу по завершенні навантаження та визначають ступінь функціональних резервів серцево-судинної системи за сукупністю відносних показників:

$$x_i = \frac{x_i^{(f)} - x_i^{(r)}}{x_i^{(\ell)} - x_i^{(r)}}, \quad i=1, \dots, N,$$

де

$x_i^{(r)}$ ,  $i=1, \dots, N$  - параметри ЕКГ та варіабельності серцевого ритму, які обчислені в стані спокою;

$x_i^{(\ell)}$ ,  $i=1, \dots, N$  - параметри ЕКГ та варіабельності серцевого ритму, які обчислені одразу після закінчення навантаження;

$x_i^{(f)}$ ,  $i=1, \dots, N$  - параметри ЕКГ та варіабельності серцевого ритму, які обчислені після фіксованого проміжку часу по завершенні навантаження.

UA 100860 U



Корисна модель належить до медицини, а саме до функціональної діагностики, та може бути застосована для визначення ступеня функціональних резервів серцево-судинної системи людини на дії фізичних або емоційних навантажень при масових профілактичних обстеженнях населення в поліклінічних закладах, спортивній та відновній медицині, медицині праці, військовій медицині та для самоконтролю в домашніх умовах.

Відомий спосіб оцінки функціонального стану регуляторних систем організму, заснований на реєстрації електрокардіограми (ЕКГ) в стані спокою, визначенні послідовності нормальних RR-інтервалів та аналізі за цією послідовністю параметрів варіабельності серцевого ритму (Патент Російської Федерації № 2077864, МПК А61В5/04, А61В5/0402 від 27.04.1997).

Однак аналіз RR-інтервалів лише в стані спокою без навантажувальних проб є недостатнім для судження про функціональні резерви організму. Крім цього, аналіз варіабельності ритму серця дозволяє робити висновок лише про стан вегетативної нервової системи, але не є достатнім для того, щоб оцінювати функціональний стан самого серця як основного системоутворюючого органу.

Ці недоліки частково усунені в способі експрес-контролю функціональних резервів міокарда та адекватності фізичного навантаження (Патент України № 87096, МПК А61В5/02 від 25.06.2013), який передбачає зняття електрокардіограми в одному (наприклад, першому стандартному) відведенні, оцінку за цим сигналом показника симетрії зубця Т у стані спокою, проведення фізичного навантаження в обсязі 75 % від максимального споживання кисню протягом 30 хвилин, повторну реєстрацію електрокардіограми та оцінювання рівня функціональних резервів міокарда і адекватності фізичного навантаження за значеннями збільшення симетрії зубця Т після навантаження.

Однак аналіз лише приросту показника, що характеризує симетрію зубця Г до та після навантаження, не є достатнім для всебічного аналізу ступеня функціональних резервів серцево-судинної системи людини та функціонального напруження організму під впливом фізичних або емоційних перевантажень.

Найбільш близький до способу, що пропонується, є спосіб визначення фізіологічної ціни навантаження, який передбачає реєстрацію ЕКГ у трьох станах - спокою, на максимумі навантаження та після закінчення періоду реституції, визначення сукупності значень з 10 показників ЕКГ у вказаних трьох станах та оцінювання ступеня функціональних резервів серцево-судинної системи за сукупністю зазначених показників, нормованих за середньою частотою серцевих скорочень (ЧСС), та їх відношень для станів "максимум навантаження/стан спокою" та "максимум навантаження/після закінчення періоду реституції" (Патент України № 54185, МПК А61В5/0452, А61В 5/02, G06N5/00 від 25.10.2010.)

Однак цей патент, який вибрано як прототип способу, що пропонується, має ряд недоліків.

По-перше, нормування показників за ЧСС, не завжди є обґрунтованим, тому що деякі показники ЕКГ, зокрема симетрія зубця Т, в загальному випадку не пов'язана з ЧСС.

Відомо [Di Bernardo D., Murray A. Computer model for study of cardiac repolarization // J. Cardiovasc. Electrophysiol. - 2000. - Vol. 11. - P. 895-899], що збільшення симетрії зубця Т несе інформацію про зростання регіональної дисперсії тривалості другої фази потенціалу дії, збільшення трансмурального градієнта величини потенціалу дії та посилення електричної негомогенності реполяризації внаслідок апоптозу кардіоміоцитів.

Саме тому, як показують результати клінічних випробувань, у тренуваних осіб при навантаженні показник симетрії зубця Т може практично не змінюватись при суттєвому збільшенні ЧСС. З іншого боку, у нетренуваних осіб з недостатніми резервами серцево-судинної системи на дії фізичних або емоційних навантажень спостерігаються значні зміни симетрії зубця Т навіть при незначних змінах ЧСС. Аналогічні особливості незалежності від ЧСС у загальному випадку виявлені для інших показників ЕКГ, зокрема амплітуд зубців Q, R та Т.

По-друге, згідно зі способом-прототипом, визначення фізіологічної ціни навантаження ґрунтується лише на відношеннях окремо взятих показників для двох станів "максимум навантаження/стан спокою" та "максимум навантаження/після закінчення періоду реституції, що не враховує можливість компенсаторних реакцій організму на навантаження та не дає можливість інтегрально оцінювати індивідуальні можливості організму до відновлення параметрів ЕКГ та серцевого ритму після навантаження.

По-третє, спосіб-прототип передбачає визначення показників після закінчення періоду реституції, але не враховує проміжок часу, необхідний для відновлення значень показників після завершення навантаження, що також обмежує його можливості для адекватного оцінювання ступеня функціональних резервів серцево-судинної системи та обмежує сфери застосування.

В основу корисної моделі поставлена задача вдосконалити відомий спосіб оцінювання ступеня функціональних резервів серцево-судинної системи людини на дії фізичних або емоційних навантажень.

Поставлена задача вирішується тим, що реєструють ЕКГ в одному відведенні в трьох послідовних станах - стані спокою, на максимумі навантаження та в період реституції, обчислюють сукупність значень амплітудно-часових параметрів ЕКГ та параметрів варіабельності серцевого ритму в указаних трьох станах, згідно з корисною моделлю, обчислення зазначених параметрів в період реституції здійснюють після фіксованого проміжку часу по завершенні навантаження та визначають ступінь функціональних резервів серцево-судинної системи за сукупністю відносних показників:

$$x_i = \frac{x_i^{(f)} - x_i^{(e)}}{x_i^{(e)} - x_i^{(r)}}, \quad i=1, \dots, N, \quad (1)$$

де

$x_i^{(r)}, i=1, \dots, N$  - параметри ЕКГ та варіабельності серцевого ритму, які обчислені в стані спокою;

$x_i^f, i=1, \dots, N$  - параметри ЕКГ та варіабельності серцевого ритму, які обчислені одразу після закінчення навантаження;

$x_i^{(f)}, i=1, \dots, N$  - параметри ЕКГ та варіабельності серцевого ритму, які обчислені після фіксованого проміжку часу по завершенні навантаження.

Визначення ступеня функціональних резервів серцево-судинної системи, згідно зі способом, що пропонується, може здійснюватися одним з трьох варіантів.

Варіант 1. За значенням узагальненого показника (індексу):

$$\eta = \sqrt{\sum_{i=1}^N x_i^2}, \quad (2)$$

який являє собою довжину вектора  $x^{(N)} = (x_1, \dots, x_N)$  з компонентами  $x_i, i=1, \dots, N$ , що обчислюються згідно з (1) для людини, яка тестується.

Варіант 2. За знаком лінійної дискримінантної функції:

$$D = \sum_{i=1}^N a_i x_i + a_0, \quad (3)$$

в якій коефіцієнти  $a_0, a_1, \dots, a_N$  попередньо визначені методом дискримінантного аналізу за вибірками спостережень тренованих та нетренованих волонтерів, а  $x_i, i=1, \dots, N$  - поточні значення відносних показників, що обчислюються згідно з (1) для людини, яка тестується.

Варіант 3. За значенням логістичної регресії:

$$P = \frac{1}{1 + e^{-z}}, \quad (4)$$

де

$e \approx 2,71$  - основа натуральних логарифмів;

$$z = \sum_{i=1}^N b_i x_i + b_0$$

- показник ступеня;

$x_i$  - поточні значення відносних показників, обчислені згідно з (1) для людини, яка тестується;

$b_0, b_1, \dots, b_N$  - коефіцієнти, які попередньо визначені методом побудови логістичної регресії за вибірками спостережень тренованих та нетренованих волонтерів.

Сукупність ознак, що відрізняють цей спосіб від відомих (наявність додаткових операцій, які зводяться до обчислення сукупності значень амплітудно-часових параметрів ЕКГ та параметрів варіабельності серцевого ритму в період реституції після фіксованого проміжку часу після завершення навантаження, визначення відносних показників згідно зі співвідношенням (1) та обчислення значення узагальненого показника (2), знака дискримінантної функції (3) або значення логістичної регресії (4) дозволяє в будь-яких умовах інтегрально оцінювати ступінь функціональних резервів серцево-судинної системи конкретної людини до дії фізичних та

емоційних навантаження з урахуванням індивідуальних особливостей процесу відновлення за певний період реституції параметрів ЕКГ та варіабельності серцевого ритму до вихідних значень, які були у стані спокою.

5 Спосіб оцінювання ступеня функціональних резервів серцево-судинної системи, що пропонується, складається з послідовності таких дій.

У стані спокою реєструється ЕКГ людини, що тестується, в одному з відведень, наприклад, в першому стандартному відведенні. Зареєстрований сигнал вводиться в комп'ютер, за допомогою якого обчислюються усереднені значення амплітудно-часових параметрів ЕКГ та параметрів варіабельності серцевого ритму, тобто показники:

$$10 \quad x_i^{(r)}, i=1, \dots, N. \quad (5)$$

Число  $N$  таких показників та їх конкретний склад вибирається в залежності від умов та задач проведення тестування. Зокрема як амплітудно-часові показники ЕКГ можуть бути використані такі параметри:

- 15 • ЧСС - частота серцевих скорочень;
- $A_P, A_Q, A_R, A_S, A_T$  - амплітуди відповідно зубців P, Q, R, S, T;
- $\Delta_Q$  - тривалість зубця Q;
- $\Delta_{PQ}, \Delta_{QT}$  - тривалості відповідно інтервалів PQ і QT;
- $\delta_{ST}$  зміщення вниз (депресія) або вверх (елевація) сегменту ST відносно ізоелектричної лінії;
- 20 •  $\beta_T$  - симетрія зубця T;
- СКО\_ $\beta_T$  середнє квадратичне відхилення симетрій зубців T на послідовності зареєстрованих циклів ЕКГ.

Як параметри варіабельності серцевого ритму можуть бути використані стандартні статистичні та спектральні показники, зокрема:

- 25 • SDNN - стандартне відхилення масиву кардіоінтервалів (RR-інтервалів);
- $M_o$  - мода кардіоінтервалограми;
- $AM_o$  - амплітуда моди кардіоінтервалограми;
- IH - індекс напруги Баєвського;
- 30 • LF/HF- симпато-вагусний індекс, що визначається співвідношенням потужностей спектрального розкладу кардіоінтервалограми в областях низьких та високих частот.

Для надійного визначення параметрів варіабельності серцевого ритму необхідно зареєструвати не менш, ніж  $M=100$  нормальних кардіоциклів (вилучивши екстрасистолічні комплекси та артефакти, якщо вони з'являться).

35 Визначені показники (5), що відповідають стану спокою, зберігаються в пам'яті комп'ютера, після чого проводиться тест (проба) з дозованим фізичним навантаженням або стандартизованим емоційним навантаженням.

Як дозоване фізичне навантаження може бути застосовано, наприклад, тест, який передбачає серію з 20 глибоких присідань за 30 секунд.

40 Як стандартизоване емоційне навантаження можуть бути використані комп'ютерні іграшки, які зводяться до стимулювання простих або складних зорово-моторних реакцій людини на стимули в умовах дефіциту часу. Час виконання стандартизованого емоційного навантаження обмежується фіксованим проміжком часу, наприклад, 60 секундами.

45 Зазначені стимули можуть бути реалізовані, наприклад, графічними фігурами, що випадково з'являються на екрані монітора та мають характер сигналів збудливого типу, на які випробовуваний повинен реагувати шляхом натискання відповідних клавіш, і сигналів гальмівного типу, при появі яких випробовуваний не повинен натискати ніяких клавіш. У процесі виконання тесту при правильних діях темп пред'явлення стимулів автоматично прискорюється, а при помилкових діях сповільнюється, що викликає додаткову стресову ситуацію для людини, що тестується.

50 Одразу після завершення тесту з фізичним або емоційним навантаженням проводиться повторна реєстрація ЕКГ та визначення тієї ж самої сукупності показників, але вже отриманих на висоті напруги, тобто показників:

$$x_i^{(e)}, i=1, \dots, N. \quad (6)$$

55 Показники (6) також зберігаються в пам'яті комп'ютера, після чого людина, що тестується, відпочиває. Проміжок часу відпочинку (реституції) фіксується певною величиною, наприклад, трьома хвилинами.

Одразу після завершення цього терміну знову реєструється ЕКГ та визначається сукупність показників:

$$x_i^{(f)}, i=1, \dots, N. \quad (7)$$

Далі на основі показників (5), (6), збережених в пам'яті комп'ютера, та показників (7), що відповідають стану реституції, обчислюється сукупність відносних показників:

$$x_i = \frac{x_i^{(f)} - x_i^{(e)}}{x_i^{(e)} - x_i^{(f)}}, \quad i=1, \dots, N, \quad (8)$$

5 які несуть інформацію про індивідуальні властивості організму до відновлення значень амплітудно-часових параметрів ЕКГ та параметрів варіабельності серцевого ритму на фіксованому за часом етапі реституції до відповідних вихідних параметрів, що спостерігалися до навантаження.

10 На основі визначених показників (8) оцінюється ступінь функціональних резервів серцево-судинної системи одним з трьох зазначених варіантів.

Якщо така оцінка здійснюється за першим варіантом, то за показниками (8) обчислюється узагальнений показник (2), який порівнюється з порогом  $\eta_0$ , попередньо визначеним на основі статистичної обробки вибірок спостережень тренованих та нетренованих волонтерів. Тобто рішення про функціональні резерви серцево-судинної системи приймаються за пороговим

15 правилом:

Задовільно, якщо  $\eta \leq \eta_0$ ;  
Незадовільно, якщо  $\eta > \eta_0$ . (9)

20 Якщо оцінка ступеня функціональних резервів серцево-судинної системи здійснюється за другим варіантом, то за показниками (8) обчислюється дискримінантна функція (3) з попередньо визначеними коефіцієнтами  $a_0, a_1, \dots, a_N$ , отриманими методами дискримінантного аналізу на основі обробки вибірок спостережень тренованих та нетренованих волонтерів. Рішення про функціональні резерви серцево-судинної системи приймають за знаком дискримінантної функції, тобто за правилом:

25 Задовільно, якщо  $D \leq 0$ ;  
Незадовільно, якщо  $D > 0$ . (10)

Якщо оцінка ступеня функціональних резервів серцево-судинної системи здійснюється за третім варіантом, то за показниками (8) обчислюється логістична регресія (4) з попередньо визначеними коефіцієнтами  $b_0, b_1, \dots, b_N$ , отриманими методом побудови логістичної регресії на основі обробки вибірок спостережень тренованих та нетренованих волонтерів.

30 В цьому випадку рішення про функціональні резерви серцево-судинної системи приймають на основі порівняння поточного значення логістичної регресії з попередньо визначеним порогом  $P_0$ , яке також отримується на основі статистичної обробки вибірок спостережень тренованих та нетренованих волонтерів. Тобто рішення приймається за правилом:

35 Задовільно, якщо  $P \leq P_0$ ;  
Незадовільно, якщо  $P > P_0$ . (11)

Зауважимо, що згідно з (4) значення логістичної регресії задовольняє нерівність:  
 $0 \leq P \leq 1$ . (12)

Це дає можливість при прийнятті рішень використовувати не один, а декілька порогових значень, наприклад два порогових значення  $P_0^{(1)}$  та  $P_0^{(2)}$  таких, що

40  $0 < P_0^{(1)} < P_0^{(2)} < 1$ , (13)

та приймати більш "обережні" рішення про ступінь функціональних резервів серцево-судинної системи за правилом:

Задовільно, якщо  $P \leq P_0^{(1)}$   
Умовно задовільно, якщо  $P_0^{(1)} < P \leq P_0^{(2)}$ ; (14)

45 Незадовільно, якщо  $P > P_0^{(2)}$ .

Наведемо приклади застосування правила (9) для тренованої та нетренованою людини у випадку, коли при тестуванні використовувалось  $N=6$  показників, значення яких наведено в табл. 1,2.

Таблиця 1

Значення показників для тренованої людини

	Результати тестування					
	ЧСС, уд/хв.	$\beta_T$ , у.о	СКО_ $\beta_T$ , у.о	$\delta_{ST}$ , мВ	SDNN, мс	ІН, у.о
Спокій $x_i^{(r)}$	75,4	0,704	0,127	0,00423	107	38,24
Навантаження $x_i^{(e)}$	132	1,55	0,378	-0,0517	22	861,1
Реституція $x_i^{(f)}$	83,7	0,864	0,147	-0,012	52	131,5
Відносний показник $x_i^{(r)}$	0,1466	0,1891	0,0797	0,2902	0,6471	0,1133

Таблиця 2

Значення показників для нетренованої людини

	Результати тестування					
	ЧСС, уд/хв.	$\beta_T$ , у.о	СКО_ $\beta_T$ , у.о	$\delta_{ST}$ , мВ	SDNN, мс	ІН, у.о
Спокій $x_i^{(r)}$	75,8	0,658	0,0645	0,0248	36	254,1
Навантаження $x_i^{(e)}$	81	0,816	0,0883	0,00175	46	145,4
Реституція $x_i^{(f)}$	66,4	0,649	0,144	0,0169	57	74,6
Відносний показник $x_i^{(r)}$	-1,8077	-0,0567	3,3403	0,3427	2,1	1,651

5 За даними таблиць обчислимо значення узагальненого показника (2), який для тренованої людини дорівнює  $\eta=0,761$ , а для нетренованої людини дорівнює  $\eta=4,66$  у.о. Отже, згідно з правилом (9), якщо поріг має значення  $\eta_0=2,5$  у.о., то приймаємо рішення, що ступінь функціональних резервів серцево-судинної системи першої людини слід вважати задовільним, а другої - незадовільним.

10 Розглянемо тепер приклад прийняття рішень за дискримінантною функцією (3), яка попередньо побудована для сукупності цих показників методом дискримінантного аналізу та має вигляд:

$$D=0,91 \text{ ЧСС}+0,82\beta_T+1,15 \text{ СКО}_\beta+1,03\delta_{ST}+1,21\text{SDNN}+0,94\text{ІН}-5. \quad (15)$$

15 Підстановка в вираз (15) значень відносних показників з табл. 1 і 2, отриманих при тестуванні, показує, що  $D=-3,431<0$  для тренованої людини та  $D=1,596>0$  для нетренованої людини. Отже, згідно з правилом (10), в даному випадку теж приймаємо рішення, що ступінь функціональних резервів серцево-судинної системи першої людини слід вважати задовільним, а другої - незадовільним.

На завершення розглянемо приклад прийняття рішень за логістичною регресією:

$$P = \frac{1}{1 + e^{-z}}, \quad (16)$$

20 з попередньо визначеним показником ступеня  $z$ , яка має вигляд:

$$z=0,91 \text{ ЧСС}+0,82\beta_T+1,15 \text{ СКО}_\beta+1,03\delta_{ST}+1,21\text{SDNN}+0,94\text{ІН}-5. \quad (17)$$

25 Обрахунок за (16) значень логістичної регресії з урахуванням виразу (17) та значень відносних показників з табл. 1 і 2, отриманих при тестуванні, показує, що  $P=0,031$  для тренованої людини та  $P=0,831$  для нетренованої людини. Звідси випливає, що згідно з правилом (11), якщо поріг дорівнює  $P_0=0,5$ , то в даному випадку теж слід прийняти рішення про задовільний ступінь функціональних резервів серцево-судинної системи першої людини та незадовільний - другої людини.

30 Таким чином, запропонований спосіб, заснований на визначенні сукупності відносних показників (1), що можуть бути обчислені при реєстрації одноканальної ЕКГ, дозволяє на основі достатньо простих правил, які легко можуть бути реалізовані на комп'ютері, в будь-яких умовах

інтегрально оцінювати ступінь функціональних резервів серцево-судинної системи конкретної людини на дії фізичних та емоційних навантажень з урахуванням індивідуальних особливостей процесу відновлення за певний період реституції параметрів ЕКГ та варіабельності серцевого ритму до вихідних значень, які спостерігалися у стані спокою.

5

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

1. Спосіб оцінювання функціональних резервів серцево-судинної системи людини, який полягає у тому, що реєструють електрокардіограму (ЕКГ) в одному відведенні в трьох послідовних станах - стані спокою, на максимумі навантаження та в період реституції, обчислюють сукупність значень амплітудно-часових параметрів ЕКГ та параметрів варіабельності серцевого ритму в указаних трьох станах, який **відрізняється** тим, що обчислення зазначених параметрів в період реституції здійснюють після фіксованого проміжку часу по завершенні навантаження та визначають ступінь функціональних резервів серцево-судинної системи за сукупністю відносних показників:

$$x_i = \frac{x_i^{(f)} - x_i^{(r)}}{x_i^{(\ell)} - x_i^{(r)}}, \quad i=1, \dots, N,$$

де

$x_i^{(r)}$ ,  $i=1, \dots, N$  - параметри ЕКГ та варіабельності серцевого ритму, які обчислені в стані спокою;

20  $x_i^{(\ell)}$ ,  $i=1, \dots, N$  - параметри ЕКГ та варіабельності серцевого ритму, які обчислені одразу після закінчення навантаження;

$x_i^{(f)}$ ,  $i=1, \dots, N$  - параметри ЕКГ та варіабельності серцевого ритму, які обчислені після фіксованого проміжку часу по завершенні навантаження.

2. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що ступінь функціональних резервів серцево-судинної системи визначають за значенням узагальненого показника:

25

$$\eta = \sqrt{\sum_{i=1}^N x_i^2},$$

де

$x_i$  - поточні значення відносних показників, обчислені для людини, що тестується.

3. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що ступінь функціональних резервів серцево-судинної системи визначають за знаком лінійної дискримінантної функції:

30

$$D = \sum_{i=1}^N a_i x_i + a_0,$$

де

$a_0, a_1, \dots, a_N$  - коефіцієнти, які попередньо визначені методом дискримінантного аналізу за вибірками спостережень;

35

$x_i$  - поточні значення відносних показників, обчислені для людини, що тестується.

4. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що ступінь функціональних резервів серцево-судинної системи визначають за значенням логістичної регресії:

$$P = \frac{1}{1 + e^{-z}}, \quad (4)$$

де

40

$e \approx 2,71$  - основа натуральних логарифмів;

$z = \sum_{i=1}^N b_i x_i + b_0$  - показник ступеня;

)

$x_i$  - поточні значення відносних показників, обчислені для людини, що тестується;

$b_0, b_1, \dots, b_N$  - коефіцієнти, які попередньо визначені методом побудови логістичної регресії за вибірками спостережень.



---

Комп'ютерна верстка І. Скворцова

---

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

---

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