

## КОНЦЕПТУАЛЬНЫЙ ПОДХОД К ДИАГНОСТИКЕ ПАТОЛОГИЙ В БИОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

Пилипенко Н.В., Дошенко Г.Г., Соколова Н.А.  
Херсонский государственный технический университет

### Abstract

*Pylypenko N.V., Doshchenko G.G., Sokolova N.A. The conceptual way in diagnostics of pathology in biological systems. The conceptual way in diagnostics and treatment of pathology in biological systems is discussed. The mathematical model of realization of the pathology diagnostics in biological systems is constructed and the way of the problem decision is offered.*

**Анализ, постановка задачи и ее теоретическое обоснование.** При диагностике заболеваний анализируются результаты последствий процессов, происходящих в организме. В последнее время актуальным стал вопрос о ранней диагностике. Но в любом случае, к ранней диагностике относят процессы патологий, не достигших завершающей фазы. Это чаще относится к заболеваниям, развивающимся не стремительно. Если этот момент удалось не упустить, то чаще удается устранить недуг.

Известны методы диагностики, использующие при этом химические компоненты для анализа состояния биохимического равновесия в организме [1–3]. Наряду с тепловизионной диагностикой и резонансными методами диагностики (ЯМР, акустические, радиологические, рентгеномография и др.) существуют методы, использующие рефлексотерапевтические методики [4–8], источником которых, как известно, была китайская медицина [9].

Китайская медицина основывается на существовании терапевтических меридианов с циркулирующей по ним энергией. Каждый меридиан выполняет свою связующую функцию для управления и рецепции соответствующих органов биологической системы.

Если терапевтический меридиан рассматривать как сложный объект, а акупунктурные точки его элементами, то в результате получим  $m$  простых  $i$ -элементов. Рассматривая множество  $m$  элементов, для каждого элемента можно составить уравнение состояния.

Например, для каждого  $i$ -го элемента, можно записать уравнение его функциональных возможностей в канонической форме

$$x_i = F_i(x_1, x_2, \dots, x_n), \quad j = 1, 2, \dots, n, \quad (1)$$

где,  $n$  – число степеней чувствительности  $i$ -го элемента.

При анализе процесса можно составить систему уравнений, используя законы распределения энергии, как информации. В общем случае эта система функциональных уравнений является нелинейной. Обычно степень нелинейности достаточно мала. В этом случае систему уравнений (1) можно линеаризовать, и в матричном виде имеем

$$X = Ax_i, \quad (2)$$

где  $A$  – матричный оператор, характеризующий состояние биологической системы.

Воздействие на акупунктурную точку можно считать случайным процессом, который описывается случайной величиной  $x_k(t) \equiv [x_i(t), y_i(t), \dots]$ . Так как в большинстве случаев независимой переменной  $t$  служит время, то величины  $x(t)$  и  $y(t)$  означают состояние физической системы.

Для описания случайного процесса, происходящего при воздействии на акупунктурную точку, можно задать распределение величины  $x(t_1)$  и совместные распределения систем

величин  $[x(t_1), x(t_2)], [x(t_1), x(t_2), x(t_3)], \dots$  для каждого множества акупунктурных точек со значениями  $t_1, t_2, t_3, \dots$  (первое, второе, третье и т.д. распределение вероятностей случайного процесса). Распределения  $\Phi$  вероятностей описываются функциями распределения, соответственно, первого, второго, третьего и т.д. порядков:

$$\left. \begin{aligned} \Phi_{(1)}(X_1, t_1) &\equiv P\{x(t_1) < X_1\}, \\ \Phi_{(2)}(X_1, t_1; X_2, t_2) &\equiv P\{x(t_1) < X_1; x(t_2) < X_2\}, \\ \dots \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

которую в общем виде можно записать, как

$$\Phi_{(n)}(E) \equiv P\{E\}, \quad (4)$$

где  $E$  — событие, а  $P$  — его вероятность.

В случае многомерного процесса, порожденного парой функций  $x(t), y(t)$ , распределение вероятностей определяется точно так же, как и в (3), с помощью совместных распределений выборочных значений  $x(t_i), y(t_k)$ . Например,

$$\Phi_{(2)}(X_1, t_1; Y_2, t_2) \equiv P\{x(t_1) < X_1; y(t_2) < Y_2\}. \quad (5)$$

Поток информации в меридиане от акупунктурных точек, по его сечению, описывается выражением

$$\begin{aligned} \oint_S F(x, y, z) dS &= \iint_{yz} F_x[x(y, z), y, z] dy dz + \\ &+ \iint_{xz} F_y[x, y(x, z), z] dx dz + \iint_{xy} F_z[x, y, z(x, y)] dx dy. \end{aligned} \quad (6)$$

Реакцию каждой акупунктурной точки будем считать сигналом. Рассмотрим энергетические характеристики сигнала [10]: “Для сигнала, являющегося суммой двух сигналов  $x_1(t)$  и  $x_2(t)$ , энергия и мощность соответственно равны

$$E = \int_{t_{\min}}^{t_{\max}} [x_1(t) + x_2(t)]^2 dt = E_1 + E_2 + 2E_{12}; \quad (7)$$

$$P = \frac{1}{T} \int_{t_{\min}}^{t_{\max}} [x_1(t) + x_2(t)]^2 dt = P_1 + P_2 + 2P_{12}, \quad (8)$$

где,  $E_1, E_2$  и  $P_1, P_2$  — энергия и мощность первого и второго сигналов;  $E_{12}$  и  $P_{12}$  — взаимная энергия и мощность двух сигналов:

$$E_{12} = \int_{t_{\min}}^{t_{\max}} x_1(t)x_2(t)dt; \quad (9)$$

$$P_{12} = \frac{1}{T} \int_{t_{\min}}^{t_{\max}} x_1(t)x_2(t)dt. \quad (10)$$

Взаимная энергия и мощность характеризуют степень схожести двух сигналов. Если два сигнала полностью совпадают во всех точках интервала их определения, то  $P_1 = P_2 = P_{12}$  и



мощность суммарного сигнала будет равна  $4P_1$  (при равной мощности заданных сигналов). Такие сигналы называются *полностью когерентными*. Противоположными им являются ортогональные сигналы. Если взаимная мощность двух сигналов равна нулю, то такие сигналы называют *ортогональными по мощности*. Аналогично, сигналы с нулевой взаимной энергией называются ортогональными по энергии. Во всех случаях, когда взаимная мощность не равна нулю, сигналы являются *частично когерентными*."

Биологическая система является пространством для осуществления связи между отдельными его компонентами, а совокупность терапевтических меридианов — каналом связи (совокупность средств, предназначенных для передачи информации от источников сообщения). В технических системах применяется частотное и временное разделение каналов связи.

При частотном разделении в магистральных технических системах передача информации от нескольких источников сообщений осуществляется одновременно. В этом случае применяется модуляция синусоидальных колебаний несущей частоты  $f$  в соответствии с передаваемой информацией. Спектры информационных сигналов при этом перемещаются в более высокий диапазон частот.

Исходя из вышеизложенного, несущие частоты различных терапевтических меридианов, по сути, не должны мешать друг другу. Полоса пропускания каналов рассчитывается исходя из принятой скорости передачи информации  $n_s$ :

$$n_s = \frac{1}{\tau}, \quad (11)$$

где  $\tau$  — длительность одной элементарной посылки.

Частота передачи информации

$$F = \frac{1}{T} = \frac{n_s}{2}, \quad (12)$$

а полоса пропускания канала [11]

$$\Delta f_{np.} = 3,2 F = 1,6 n_s. \quad (13)$$

Диапазон полосы непропускания, разделяющий соседние каналы связи принимается из расчета

$$\Delta f_{непр.} = \frac{\Delta f_{np.}}{2}. \quad (14)$$

При этом разнос частот между соседними каналами вычисляется по формуле

$$\Delta f_p. = \Delta f_{np.} + \Delta f_{непр.}. \quad (15)$$

Во избежание искажений в каналах связи, несущие частоты выбираются из нечетных значений некоторой основной частоты  $f_0$ , т.е. из ряда

$$f_0, 3f_0, 5f_0, 7f_0, 9f_0, \dots, \quad (16)$$

где

$$f_0 = \frac{\Delta f_p.}{2}. \quad (17)$$

Это связано с тем, что частоты отдельных каналов, взаимодействуя между собой, могут создать комбинационные частоты, которые вызовут помехи в каналах связи.

Принцип построения ряда нечетных частот (16) обеспечит их несовпадение с комбинационными частотами четного порядка [11].

**Построение модели диагностики патологий и структурной схемы устройства для ее осуществления.** В биологической системе без патологий все терапевтические меридианы функционируют, не создавая комбинационных частот, т.е. не влияя друг на друга. В случае

ухода одной из несущих частот со своих позиций, создается комбинационная частота, мешающая другим терапевтическим меридианам. Таким образом, на других терапевтических меридианах возникает помеха, искажающая информацию. В результате неверного информационного обеспечения отдельные органы биологической системы выполняют свои функции неадекватно, что нарушает метаболизм организма в целом.

Рассмотрим случай, когда два терапевтических меридиана не интерферируют между собой, а их несущие частоты представляют априорно детерминированные функции  $f_1(t)$  и  $f_2(t)$ . Происходящий процесс представлен в упрощенном виде на рисунке 1.

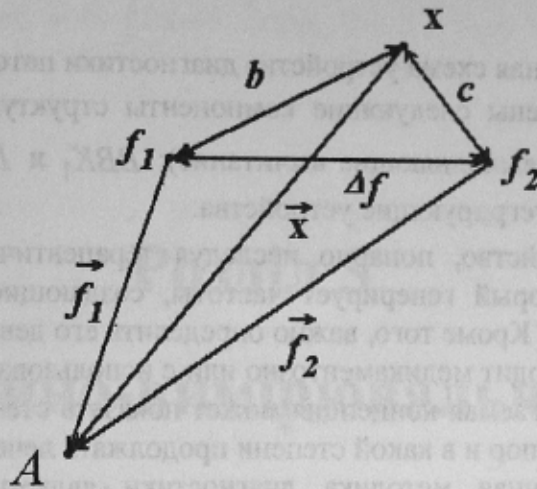


Рисунок 1.- Графическое представление приема информации от источников сообщений с частотами  $f_1$  и  $f_2$ .

В точках  $f_1$  и  $f_2$  находятся источники сообщений с частотами  $f_1$  и  $f_2$ , в точке A находится наблюдатель или приемное устройство, в точке X — предполагаемый источник сообщений  $f_1$  и  $f_2$ . К наблюдателю A проведены соответствующие векторы  $\vec{f}_1, \vec{f}_2, \vec{X}$ . Отрезок b указывает на расстояние от предполагаемого источника сообщений X до истинного источника с частотой  $f_1$ , а отрезок c — расстояние до  $f_2$ . Из рисунка видно, что отрезок b больше отрезка c. Это можно описать неравенством

$$c < b. \tag{18}$$

Учитывая, что мы применяем нормированные векторы, запишем значения отрезков и определяющих их функции  $x(t), f_1(t)$  и  $f_2(t)$ :

$$c = \|x(t) - f_2(t)\|^2; \tag{19}$$

$$b = \|x(t) - f_1(t)\|^2. \tag{20}$$

На основании значений (19) и (20) запишем неравенство (18) в интегральной форме

$$\int_0^T [x(t) - f_2(t)]^2 dt < \int_0^T [x(t) - f_1(t)]^2 dt. \tag{21}$$

Учитывая, что  $f_1$  и  $X = Ax_i$ , являются априорно детерминированными функциями, построим структурную схему устройства, реализующего неравенство (21). Ее построение начнем с того, что нам известны частоты источников  $f_1$  и  $f_2$ , генераторы  $G_1$  и  $G_2$  их синтезируют.



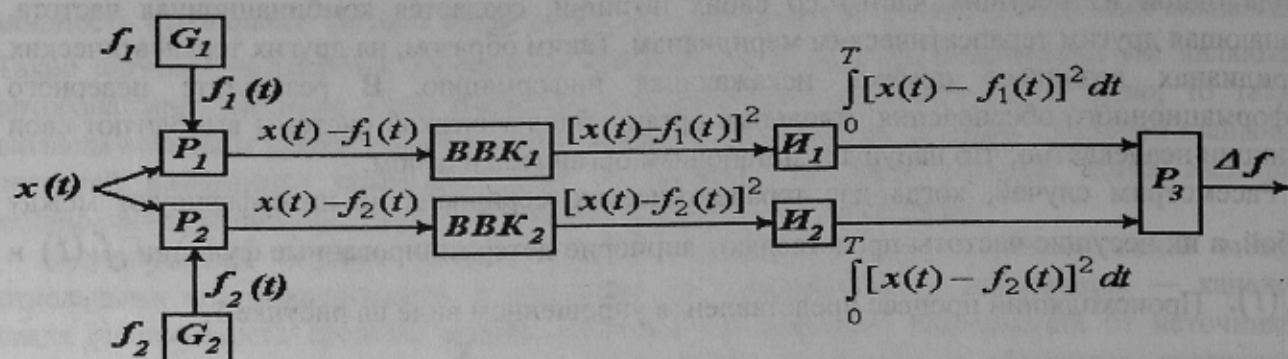


Рисунок 2.- Структурная схема устройства диагностики патологий.

На рис. 2 представлены следующие компоненты структурной схемы:  $P_1, P_2$  и  $P_3$  — разностные устройства (выполняющие вычитание);  $ВВК_1$  и  $ВВК_2$  — схемы возведения в квадрат;  $И_1$  и  $И_2$  — интегрирующие устройства.

Разработанное устройство, попарно исследуя терапевтические меридианы, позволяет выявить меридиан, который генерирует частоты, создающие четные гармоники, т.е. не соответствуют ряду (16). Кроме того, важно определить его девиацию.

Если лечение происходит медикаментозно или с использованием рефлексотерапии, то, по мнению авторов, предлагаемая концепция может показать степень воздействия на организм этих методов и до каких пор и в какой степени продолжать лечение.

**Выводы.** Предложенная методика диагностики является детектирующей, поэтому никаких воздействий на организм не производит.

До настоящего времени наиболее употребительными являются статистические методы, описывающие процессы от легкого выздоровления до реанимационных методов. Применения представленной методики диагностики и устройства для ее осуществления, дает возможность контролировать различные виды воздействия на биологическую систему.

### Литература

1. Татарин Ю.С., Ногаллер А.М. Диагностическое значение определения эмбриоспецифического альфа-глобулина в сыворотке крови больного гепатомой//Вопр. онкологии. — 1966. — 12, №12. — С. 26—29.
2. Пятницкий Н.П. К диагностике и лечению хронических гастритов//Материалы Всесоюзн. конф. по гастритам. — М.: Медгиз, 1966. — Ч. I. — С. 61—64.
3. Мачерет Е.Л., Зозуля И.С., Самосюк И.З., Дригант Л.П. Диагностика и лечение функциональных заболеваний периферических сосудов: Метод. рекомендации. — К.: Б. и., 1981. — 23 с.
4. Антонов И.П. Классификация заболеваний периферической нервной системы и формулировка диагноза//Журн. невропатологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. — 1985. — Т. 85, вып. 4. — С. 481—487.
5. Дривотинов Б.В., Лупьян Я.А. Прогнозирование и диагностика дискогенного пояснично-крестцового радикулита. — Минск: Вышэйш. шк., 1982. — 139 с.
6. Соловьева А.Д. Диагностика и лечение гипоталамического синдрома: Метод. рекомендации. — М.: Б. и., 1982. — 21 с.
7. Шакуров Р.Ш., Семенова Н.А. Аурикулярная диагностика: Метод. рекомендации. — Казань: Б. и., 1987. — 35 с.
8. Мачерет Е.Л., Самосюк И.З., Лысенюк В.П. Рефлексотерапия в комплексном лечении заболеваний нервной системы. — К.: Здоровья, 1989. — 232 с., ил.
9. Fu Weikang. Traditional Chinese Medicine and Pharmacology. — First edition. — Beijing: Foreign Languages Press, 1985. — 108 p.