

## РОБОТИ АСПІРАНТІВ І МОЛОДИХ УЧЕНИХ

УДК 613:004.942.001.11

DOI: <https://doi.org/10.11603/mie.1996-1960.2018.3.9477>КОНЦЕПТУАЛЬНІ ПІДХОДИ ДО АЛГОРИТМІЗАЦІЇ ПРОЦЕСІВ МОНІТОРИНГУ  
ПОКАЗНИКІВ СТАНУ ОРГАНІЗМУ

Я. О. Шевченко

*Національна медична академія післядипломної освіти імені П. Л. Шупика*

Розглянуто підходи до формування персоналізованих знань про стан і здоров'я людини в задачах мобільної медицини. Проаналізовано спектр концептуальних і методичних підходів для оцінки різних параметрів фізичного стану організму і фізичної підготовленості людини.

Запропоновано на підставі використання методів фазових просторів станів пацієнта застосовувати параметри атракторів показників серцево-судинної системи організму. Рекомендуються також нові підходи до ідентифікації параметрів вектора стану організму людини в багатовимірному фазовому просторі для оцінки та моделювання динаміки серцево-судинної системи людини. Підходи пов'язані не тільки з абсолютною величиною різних показників, а й зі швидкістю змін досліджуваних параметрів, їх прискоренням при навантаженні, а також з показниками синергізму.

**Ключові слова:** моніторинг стану організму, концептуальна модель, мобільна медицина, компартментний підхід, кластеризація, таксономія, показники швидкості та прискорення показників пристосувальних реакцій організму, показники асинергізму, синергетичні моделі.

CONCEPTUAL APPROACHES TO THE ALGORITHMIZATION OF MONITORING  
PROCESSES OF THE INDICATORS OF THE STATE OF THE ORGANISM

Ya. O. Shevchenko

*Shupyk National Medical Academy of Postgraduate Education*

**Background.** The approaches to the formation of personalized knowledge about the state and health of a person in the tasks of mobile medicine are considered. The range of conceptual and methodological approaches for assessing various parameters of the physical condition of the body and physical fitness of a person is analyzed.

**Conclusions.** It is proposed to use the parameters of the attractors of the cardiovascular system of the body on the basis of using the methods of the phase spaces of the patient's states. We also recommend new approaches to identify the parameters of the state vector of the human body in the multidimensional phase space of states for assessing and modeling the dynamics of the human cardiovascular system. The approaches are associated not only with the absolute value of various indicators, but also with the rate of change of the studied parameters, their accelerations under load, as well as with the indicators of synergy.

**Key words:** monitoring of the state of the organism, conceptual model, mobile medicine, compartmental approach, clustering, taxonomy, indicators of speed and acceleration of adaptive response indicators of organism, indicators of asynergism, synergistic models.

КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ПОДХОДЫ К АЛГОРИТМИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ  
МОНИТОРИНГА ПОКАЗАТЕЛЕЙ СОСТОЯНИЯ ОРГАНИЗМА

Я. А. Шевченко

*Национальная медицинская академия последипломного образования имени П. Л. Шупика*

Рассмотрены подходы к формированию персонализированных знаний о состоянии и здоровье человека в задачах мобильной медицины. Проанализирован спектр концептуальных и методических подходов для оценки различных параметров физического состояния организма и физической подготовленности человека.

Предложено на основании использования методов фазовых пространств состояний пациента применять параметры аттракторов показателей сердечно-сосудистой системы организма. Рекомендуются также новые подходы к идентификации параметров вектора состояния организма человека в многомерном фазовом пространстве для оценки и моделирования динамики сердечно-сосудистой системы человека. Подходы связаны не только с абсолютной величиной различных показателей, но и со скоростью изменений изучаемых параметров, их ускорениями при нагрузке, а также с показателями синергизма.

**Ключевые слова:** мониторинг состояния организма, концептуальная модель, мобильная медицина, компартментный подход, кластеризация, таксономия, показатели скорости и ускорения показателей приспособительных реакций организма, показатели асинергизма, синергетические модели.

© Я. О. Шевченко

**Вступ.** Оцінка стану пацієнта при дистанційному діагностуванні й управлінні представляє добре відомі складності. Очевидно, завдання спрощується, якщо йдеться про один або обмежене число фізіологічних параметрів (наприклад, артеріальний тиск, пульс тощо) без прив'язки до загального стану пацієнта. Забезпечується контроль величини заданого параметра та видача сигналу при виході величини показника за межі заданого діапазону.

Інша річ, якщо потрібно на підставі індикативних показників зробити висновок про стан пацієнта. Передбачається, що кількість параметрів має бути не тільки кінцевою, а й мінімізованою. Очевидно, що для загального інтегративного укладення вибирається одна з провідних систем організму. Найчастіше як індикативна вибирається серцево-судинна система. При цьому аналізується досить складна схема взаємодії. З одного боку, пристосувальні реакції організму до зовнішніх впливів багато в чому лімітуються активністю серцево-судинної системи. В свою чергу, адаптаційний потенціал системи кровообігу визначається рівнем фізичної активності. Низький рівень останньої обмежує реакції адаптації організму за рахунок порушення синергізму і звуження інтервалів їхньої стійкості. Найбільш виражено процеси дезадаптації проявляються на рівні саме серцево-судинної системи. Тому для оцінки функціонального стану та адаптаційних можливостей організму доцільно досліджувати діяльність серцево-судинної системи як в умовах відносного спокою, так і при виконанні фізичних навантажень. Процеси отримання інтегральних оцінок стану хворих і управління ним за даними окремих показників функціональних систем організму розглядалися в численних роботах [2, 4, 6].

**Мета дослідження:** обґрунтування концептуальної моделі побудови вектора стану організму людини в фазовому просторі в стані спокою та при виконанні фізичних навантажень.

**Результати та їх обговорення.** Для досягнення поставленої мети були визначені кілька завдань, що включають обґрунтування підходів біофізичних методів реєстрації та аналізу параметрів стану організму в форматі мобільної медицини; розгляд принципів ідентифікації параметрів вектора стану організму людини в фазовому просторі.

Важливими є дослідження синергізму явищ, параметри яких реєструються. При цьому під синергізмом ідеться про таке функціонування організму, при якому під час навантаження досягається

максимальна ефективність (енергетична або інформаційна). Інтерес представляє ступінь асинергізму в функціональних системах організму людини в умовах виконання дозованого фізичного навантаження. Необхідно підкреслити, що асинергізм параметрів не тільки має діагностичне і прогностичне значення, а й є важливим у розумінні процесів, що протікають в організмі. В цьому плані поняття асинергізму пов'язано з аналізом взаємодії параметрів не лише в обмежених часових інтервалах, а й в лонгітудинальному форматі. Показовим є те, що даний підхід зустрічається у багатьох роботах [1, 5].

Використання сучасної компартментно-кластерної теорії біологічних динамічних систем дає можливість забезпечення системного моніторингу рухів пацієнта. Для ідентифікації ступеня асинергізму застосовували методи дослідження біосистем із самоорганізацією [4, 7].

Термін «компартмент» широко застосовується в ряді галузей, насамперед в медицині. Так, в цитології під компартментом розуміється відособлена ділянка в клітині, зазвичай оточена біліпідним шаром мембрани. Цей термін використовується також і в інших розділах медицини [7]: ортопедії, черевній хірургії (компартмент-синдром) тощо.

Для реалізованого в даній роботі компартмент-кластерного підходу важливо підкреслити, що він повинен бути перехідним від детерміністсько-стохастичного до синергетичного підходу. В основі моделей можна використовувати системи диференціальних рівнянь, проте, об'єктом цих моделей є кластери і компартменти, а не окремі елементи системи (підсистеми). Відзначимо також, що компартментно-кластерний підхід задовольняє принципам синергетики, в основі яких лежить відоме векторно-матричне рівняння [3, 4].

Вважаємо, що в рамках запропонованого підходу вдасться описати різні режими функціонування системи регуляції серцево-судинної системи. Однак для ідентифікації параметрів моделі буде потрібно попереднє отримання експериментальних даних.

Нарешті, вважаємо вкрай важливим використання в аналізі функціонування серцево-судинної системи вивчення усіх видів атракторів — підмножин фазового простору динамічної системи, всі траєкторії з деякої окружності якої прагнуть до нього при часі, що прагне до нескінченності зі стійкими або з нестійкими траєкторіями всередині (як у дивного атрактора).

Отже, запропоновано для характеристики функціонального стану організму використовувати оцінку динаміки поведінки вектора стану організму людини в багатовимірному фазовому просторі станів.

#### Висновки.

1. На підставі методів фазових просторів станів пацієнта запропоновано використовувати параметри атракторів показників серцево-судинної системи організму.
2. Запропоновано нові підходи до ідентифікації параметрів вектора стану організму людини в багатовимірному фазовому просторі для оцінки та моделювання динаміки серцево-судинної системи людини, які включають показники швидкості змін досліджуваних параметрів, їх прискорення при навантаженні, а також показники синергізму.

#### Література.

1. Высокочастотные колебания в сигнале пульсовой волны и их связь с адаптационными реакциями / Н. Ю. Михайлов, Г. Н. Толмачев, И. Е. Шепелев, П. С. Пляка // *Биофизика*. — 2008. — Т. 53, Вып. 3. — С. 482–487.
2. Жилин Д. М. Теория систем / Д. М. Жилин. — М.: УРСС, 2004. — 183 с.
3. Лях Ю. Е. Математическое моделирование при решении задач классификации в биомедицине / Ю. Е. Лях, В. Г. Гурьянов // *Український журнал телемедицини та медичної телематики*. — 2012. — Т. 10, № 2. — С. 69–76.
4. Сравнительный анализ параметров квазиаттракторов поведения вектора состояния организма тренированных и нетренированных студентов г. Сургута и г. Самары / В. В. Козлова, Е. В. Майстренко, В. М. Еськов [и др.] // *Вестник новых медицинских технологий*. — 2009. — XVI, № 4. — С. 136–138.
5. Makarenko A. V. The synergy effect in the natural technologies of an organism / A. V. Makarenko, V. N. Novosel'tsev // *Automation and Remote Control*. — 2014. — Vol. 75, No. 2. — P. 351–359.
6. Scafetta N. Fractal response of physiological signals to stress conditions, environmental changes, and neurodegenerative diseases / N. Scafetta, R. E. Moon, B. J. West // *Complexity*. — 2007. — Vol. 12, No. 5. — P. 12–17.
7. Survey of intensive care physicians on the recognition and management of intra-abdominal hypertension and abdominal compartment syndrome / E. J. Kimball, M. Rollins, M. Mone [et al.] // *Crit. Care Med.* — 2006. — Vol. 34, No. 9. — P. 2340–2348.

#### References.

1. Mikhailov, N. Yu., Tolmachev, G. N., Shepelev, I. E. & Plyaka, P. S. (2008). *Vysokochastotnye kolebaniya v signale pul'sovoi volny i ikh svyaz' s adaptatsionnymi reaktsiyami* [High-frequency oscillations in the pulse wave signal and their connection with adaptation reactions]. *Biofizika*, 53(3), 482–487.
2. Zhilin, D. M. (2004). *Teoriya system* [Systems theory]. Moscow: URSS.
3. Lyakh, Yu. E., Gur'yanov, V. G. (2012). *Matematicheskoe modelirovanie pri reshenii zadach klassifikatsii v biomeditsine* [Mathematical modeling in solving problems of classification in biomedicine]. *Ukrains'kii zhurnal telemeditsini ta medichnoi telematiki* (Ukrainian Journal of Telemedicine and Medical Telematics), 10(2), 69–76.
4. Kozlova, V. V., Maistrenko, E. V., & Es'kov, V. M. (2009). *Sravnitel'nyi analiz parametrov kvaziattraktorov povedeniya vektora sostoyaniya organizma trenirovannykh i netrenirovannykh studentov g. Surguta i g. Samary* [Comparative analysis of the parameters of quasi-attractors of the behavior of the body state vector of trained and untrained students of Surgut and Samara]. *Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologii* (Bulletin of new medical technologies), XVI(4), 136–138.
5. Makarenko, A. V., & Novosel'tsev, V. N. (2014). The synergy effect in the natural technologies of an organism. *Automation and Remote Control*, 75(2), 351–359. doi:10.1134/S0005117914020131.
6. Scafetta, N., Moon, R. E., & West, B. J. (2007). Fractal response of physiological signals to stress conditions, environmental changes, and neurodegenerative diseases. *Complexity*, 12(5), 12–17. doi:10.1002/cplx.20183.
7. Kimball, E. J., Rollins, M., Mone, M., Hansen, H. J., Baraghoshi, G. K., Johnston, C., ... Barton, R. G. (2006). Survey of intensive care physicians on the recognition and management of intra-abdominal hypertension and abdominal compartment syndrome. *Crit. Care Med.*, 34(9), 2340–2348. doi: 10.1097/01.CCM.0000233874.88032.1C.