

УДК 523.4

DOI: <http://dx.doi.org/10.20535/2219-3804172017121770>Л. Б. Алексейчук¹, *магістрант*

ЗАСТОСУВАННЯ ВЕЙВЛЕТ-ПЕРЕТВОРЕННЯ ДЛЯ ЦИФРОВОЇ ОБРОБКИ СПЕКТРАЛЬНО ДИНАМІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК БІОЛОГІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ

En

Each cell and each organ has its own specific set of molecules, and hence the spectrum of electromagnetic oscillations. The electromagnetic oscillations of organs and systems can be significantly changed in the event of various pathologies. The spectral-dynamic diagnostics method deals with the removing and further information processing, taking into account the phase states of the object electromagnetic field (organ systems and the body as a whole). The spectral-dynamic complex registers the dynamics of changes in the human body spectral-dynamic characteristics. The diagnosis is based on the comparison of the investigated object (cell, organ, system) wave characteristics with the fixed (primary) standard spectrum (nosode) reflecting both the anatomical structure of the organ, the system, and the variety of their pathologies. Due to mathematical algorithms it is possible to find pathological and normal fields corresponding the acute or chronic flowing of the process, as well as the complementarity for the organism of medical products. The relevant software allows to detect the structure of reference markers from the database in the spectrum of the investigated organism.

The wavelet transform algorithm for the signals analysis obtained as a result of spectral-dynamic diagnostics dealing with the information extracting about the phase states of the electromagnetic field of the object is considered in the article. Such diagnostics is carried out in order to detect pathological processes in the body and to select individual medicines.

Ru

В работе рассмотрен алгоритм вейвлет-преобразования для анализа сигналов, полученных в результате спектрально-динамической диагностики, которая заключается в снятии информации с учетом фазовых состояний электромагнитного поля объекта. Такая диагностика проводится с целью выявления патологических процессов в организме и подбора индивидуальных лекарственных средств.

¹ НТУУ «Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського»

Вступ

Організм людини є складною біоенергетичною системою. Показано, що всім живим організмам притаманні певні електромагнітні поля, що несуть інформацію про склад об'єкту, а також його стан [1-4].

Кожна клітина і кожен орган має свій специфічний набір молекул, а отже і спектр електромагнітних коливань. Для здорових клітин, тканин і органів характеристики цих коливань (частота, довжина хвилі) відносно сталі. Під час виникнення різних патологій електромагнітні коливання органів і систем можуть значно змінюватись [5].

Завдяки вивченню електромагнітних властивостей організму, а також завдяки ряду розробок у галузі радіотехніки, математики та програмування набуває популярності й постійно вдосконалюється метод спектрально-динамічної діагностики, що полягає у зніманні і подальшій обробці інформації із урахуванням фазових станів електромагнітного поля об'єкту.

У якості об'єкту можуть виступати різні динамічні структури – від ядер, атомів і молекул до клітин, систем органів і організму уцілому [6].

Постановка проблеми

Для визначення індивідуальної чутливості людини до будь-якого препарату або пробіотика використовується комплекс спектрально-динамічний (КСД).

До складу КСД входять:

- персональний комп'ютер;
- спеціальний двосторонній датчик для прийому спектрально-динамічних сигналів;
- блок реверсивних фазомодулюючих цифро-аналогових та аналогово-цифрових перетворень сигналів;
- програмне забезпечення, що реалізує методи обробки сигналів, аналізу спектрально-динамічної інформації;
- інформаційне забезпечення, що включає еталонні динамічні спектри процесів і станів, органів, тканин, фізичних факторів і хімічних речовин, включаючи ліки.

КСД [7] реєструє динаміку змін спектрально-динамічних характеристик організму людини. Діагноз ставиться на підставі порівняння спектрів хвильових характеристик досліджуваного об'єкта (клітини, органу, системи) и фіксованого (первинного) стандартного спектру (нозод), що відображає як анатомічну будову органу, системи, так и різноманітність їх патологій. Нозод є певним носієм, на який записана інформація про нормальний фізіологічний стан клітин, тканин, органів. Використовують цифрові нозоди, у яких інформація у вигляді бінарного коду записана на воду.

Функція нозод полягає у визначенні або ж виключенні присутності заданого сигналу у конкретному біофізичному активному об'єкті.

За допомогою КСД проводиться вимір змін електромагнітних випромінювань організму людини у широкому діапазоні частот від 0 до 330 ГГц, а також досліджуються аптечні полікомпонентні препарати пробіотиків та препарати, які можна скласти із окремих штамів. Порівнюються їх спектрально-динамічні характеристики.

Основний зміст досліджень

Суть методу діагностики за аналізом спектрально-динамічних характеристик об'єкту пролягає у скануванні за зарядовою компонентою електромагнітних коливань біополя організму. Сканування динаміки поля забезпечується реєстрацією 3 700 000 фазових площин поля. Далі ця інформація перетворюється у сигнал, що має вигляд тривимірної фігури. Ключовим моментом динамічного сканування є реєстрація напрямку та швидкості обертання фазових площин поля.

Однією із основних проблем розвитку діагностики є розпізнавання та розділення сигналів від понад 10^{14} клітин організму людини. Ця проблема вирішується шляхом перетворення аналогового сигналу (електромагнітних сигналів від організму) у цифровий (числовий код, що може аналізуватись комп'ютером). Для аналізу отриманого сигналу використовується спектральний аналіз [8]. Завдяки цим математичним алгоритмам можна виявити патологічні (із правим обертанням) та нормальні (із лівим обертанням) поля [9]. А також поля, що відповідають гострому протіканню процесу (зі швидким обертанням) та хронічним (із повільним обертанням). Відповідне програмне забезпечення дозволяє виявляти у спектрі досліджуваного організму структури еталонних маркерів із бази даних. Існуючі на даний момент алгоритми дозволяють оцінювати не лише гостроту і давнину протікання патологічних процесів у організмі, а й компліментарність для організму лікарських засобів.

В останні роки все більш широке застосування в обробці сигналів знаходить вейвлет-перетворення [10].

Вейвлет-перетворення сигналу – це його представлення у вигляді узагальненого ряду або інтеграла Фур'є по системі базисних функцій, отриманих з вихідного вейвлета (1):

$$\Psi_{ab}(t) = \frac{1}{\sqrt{a}} \psi\left(\frac{t-b}{a}\right), \quad (1)$$

де $\psi(t)$ – материнський (вихідний) вейвлет,

b – зсув у часі, a – зміна часового масштабу.

Множник $1/\sqrt{a}$ забезпечує незалежність норми цих функцій від масштабуючого числа a . Для заданих значень параметрів a та b функція $\Psi_{ab}(t)$ і є вейвлет, породжуваний материнським вейвлетом $\psi(t)$.

Властивості, якими повинна володіти початкова функція, щоб стати вейвлетом [9]:

- обмеженість: квадрат норми повинен бути скінченим;
- $\|\psi\|^2 < \infty$;
- локалізація: необхідно, щоб функція була локалізована і у часовій області, і у частотній ;
- нульове середнє: початкова функція повинна осцилювати навколо нуля на осі часу і мати нульову площу.

Всі вейвлети конкретного сімейства мають те ж число осциляцій, що і материнський вейвлет, так як вони отримані із нього шляхом масштабних перетворень і часового зсуву. Малі значення коефіцієнта a відповідають дрібному масштабу $\psi_{ab}(t)$ або високим частотам ($\omega \sim 1/a$), більші ж параметри a – великому масштабу, тобто розтягненню материнського вейвлета $\psi(t)$ та стисненню його спектра. Таким чином, у частотній області спектри вейвлетов схожі на злети із піком на частоті і полосою $\Delta\omega$, тобто мають вигляд смугового фільтра; тому $\Delta\omega$ зменшуються із ростом параметра a . Отже, вейвлети локалізовані як в часовій, так і в частотній областях.

Спектральне подання (образ) вейвлетів аналогічно завданням вікна у віконному перетворенні Фур'є. Але відмінність полягає у тому, що властивості вікна (його ширина і переміщення по частоті) притаманні самим вейвлет. Це є передумовою їх адаптації до сигналів, що подаються сукупністю вейвлетів. Недоліком вейвлет-перетворень є їх відносна складність.

Пряме і зворотне безперервне вейвлет-перетворення визначається відповідно за формулами:

$$W_s(a,b) = \frac{1}{\sqrt{a}} \int_{-\infty}^{\infty} s(t) \psi\left(\frac{t-b}{a}\right) dt, \quad (2)$$

$$s(t) = \frac{1}{c_\psi} \int \int_{-\infty}^{\infty} W_s(a,b) \psi_{ab}(t) \frac{dadb}{a^2}, \quad (3)$$

де c_ψ – нормуючий коефіцієнт, який визначається за формулою:

$$c_\psi = \int_{-\infty}^{\infty} |\psi(\omega)|^2 |\omega|^{-1} d\omega < \infty, \quad (4)$$

де $\psi(\omega)$ – це фур'є-перетворення вейвлета $\psi(t)$.

Вейвлет – спектр на відміну від Фур'є-спектра є функцією двох аргументів a (часовий масштаб) – аналогічний періоду осциляцій; b – аналогічний до зміщення сигналу по осі часу.

Алгоритм вейвлет-перетворення

Для алгоритму прямого перетворення необхідно ініціалізувати розмір даної області. У процесі роботи алгоритму розмір даної області змен-

шується. Якщо ширина і висота розглянутої області дорівнюють одиниці, то необхідно закінчити вейвлет-перетворення.

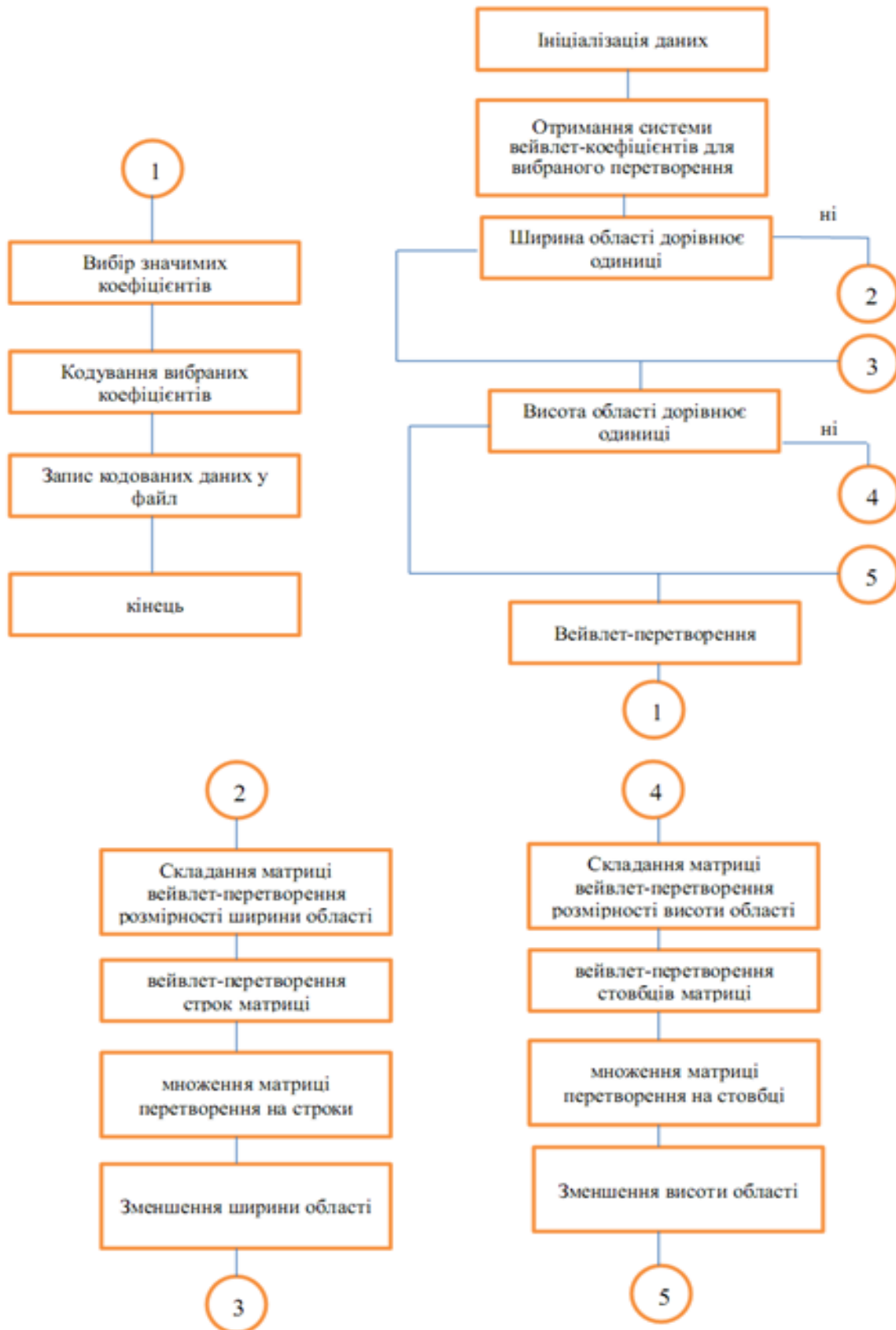


Рис. 1. Алгоритм прямого вейвлет-перетворення

На кожній ітерації вейвлет-перетворення застосовується до всіх рядків даної області, потім до всіх стовпців, ширина і висота даної області зменшуються у два рази. Для виконання вейвлет-перетворення необхідно скласти матрицю вейвлет-перетворення відповідно до розміру даної області. Так як вхідне зображення може мати різну форму, то ширина і висота розглянутої області можуть відрізнятись, матрицю вейвлет-перетворення необхідно складати окремо для перетворення рядків і стовпців. Детальна схема алгоритму прямого вейвлет-перетворення представлена на рис. 1.

Висновки

У роботі розглянуто алгоритм вейвлет-перетворення із метою аналізу сигналів, отриманих у результаті спектрально-динамічної діагностики, що полягає у зніманні інформації із урахуванням фазових станів електромагнітного поля об'єкту. Стисло викладено основні властивості вейвлетів. Вейвлет-перетворення порівнюється із перетворенням Фур'є. Недоліком вейвлет-перетворень є їх відносна складність.

Список використаної літератури

1. *Казначеев В. П.* Сверхслабые излучения в межклеточных взаимодействиях / В. П. Казначеев, Л. П. Михайлова // – Новосибирск: Наука, 1981, 144 с.
2. *Илларионов, В. Е.* Научно-практические основы информационной медицины /В. Е. Илларионов. – М.:Центр, 2004 –176 с.
3. *Belousov, L. V.* From molecular machines to macroscopic fields: an accent to characteristic times. /L. V. Belousov, I. V. Volodyaev // Eur. J. Biophys. 1, 2013, P. 6–15. DOI: 10.11648/j.ejb.20130101.12.
4. *Cifra, M.* Ultra-weak photon emission from biological samples: definition, mechanisms, properties, detection and applications. /M. Cifra, P. Pospíšil // J. Photochem. Photobiol. B. 139, 2014, P. 2–10. DOI: 10.1016/j.jphotobiol.2014.02.009.
5. *Бушов, Ю. В.* Высокочастотная электрическая активность мозга и когнитивные процессы / Ю. В. Бушов, М. В. Светлик. – Томск: Томский государственный университет, 2008 – 90 с.
6. *Илларионов, В. Е.* Научно–практические основы информационной медицины /В. Е. Илларионов. – М.: Центр, 2004 –176 с.
7. *Федоткин И. М.* Физико-математическое обоснование диагностических и лечебных возможностей аппарата КСД / И. М. Федоткин, В. В. Дяченко, М. С. Гончаренко, А. В. Дяченко // Вісник Харківського національного університету ім. В. Н. Каразіна № 1043, серія: «Валеологія: сучасність і майбутнє», вип. 15. Харків.– 2013, С. 103–109.

8. *Гадзиковский В. И.* Теоретические основы цифровой обработки сигналов. – М.: Радио и связь. 2004.–334 с.
9. *Янковенко О. Д.* Експериментальне дослідження функціонального стану людини на основі амплітудного спектрального аналізу пульсової хвилі / О. Д. Янковенко// Вісник НТУУ «КПІ». Серія Радіотехніка – 2010. №40.
10. *Киселев А.* Основы теории вейвлет-преобразований. URL:
<http://basegroup.ru/community/articles/intro-wavelets>