

Література

1. M. Akay. Wavelet Applications in Medicine // IEEE Spectrum. –1997. -Vol. 34, No. 5. -P. 50-56.
2. В.П. Дьяконов. Вейвлеты. От теории к практике. - М.: СОЛОН-Р, 2002. – 448 с.
3. F. Yang, W. Liao. Modeling and Decomposition of HRV Signals with Wavelet Transforms // IEEE Engineering in Medicine and Biology. –1997. -Vol. 16, No. 4. -P. 17-22.
4. И.М. Дремін, О.В. Иванов, В.А. Нечитайло, Вейвлеты и их использование // Успехи физических наук. –2001. –Т.171, № 5. -С. 465-501.
5. <http://matlab.ru/conf2002/thesis.asp#2> С.Г. Подклетнов, Применение системы MATLAB для оценки диагностической эффективности вейвлет-преобразования ЕКГ высокого разрешения у больных ИБС.
6. M. Antonini, M. Barlaud, P. Mathieu, I. Daubechies, Image Coding Using Wavelet
7. <http://ecq.ru/conf/section9.htm> А.В. Плотников, Волновое преобразование в электрокардиографии.
8. Мурашко В.В., Струтинский А.В., Электрокардиография: Учебное пособие. – 4-е изд. – М.: МЕДпресс, 2000. – 312 с.

Майстренко В.Н., Литвин В.С., Голубенко Л.П. Применение вейвлет-преобразования к обработке медицинских сигналов и изображений В работе рассмотрены примеры успешного применения вейвлет-преобразования к обработке электрокардиографического сигнала и медицинских изображений с целью построения новых высоко-эффективных методик выявления сердечно-сосудистых заболеваний и улучшения качества изображений соответственно.	Maystrenko V.N, Lytvyn V.S., Golubenko L.P. Processing medical signals and pictures with wavelet transforms Examples of successfully employing wavelet transforms for processing electrocardiographic signal and medical pictures with the purpose of building new high-performance detecting methods of cardiovascular system disease and of improvement pictures quality accordingly are considered.
--	---

*Надійшло до редакції
18 червня 2004 року*

УДК 621:538.3

МЕТОД КОМПЛЕКСНОЇ ДІАГНОСТИКИ ТА ЛІКУВАННЯ (Частина 2)

*Безуглий М.О., Ключко Т.Р., Тимчик Г.С., Скицюк В.І., Національний технічний
університет України “Київський політехнічний інститут”, м. Київ, Україна*

В роботі йдеться про проведені експериментальні дослідження впливу зовнішніх подразників на власні електромагнітні поля людини, що виникають, наприклад при проведенні лікувального опромінювання. Результати можуть бути покладені в основу моніторингу стану об'єктів в біології та медицині

Вступ. Постановка задачі

Для подальшого розгляду [1] скористаємось практичними особливостями реалізації даного методу, які надалі дещо спростять нам побудову узагальненої математичної моделі методу. Отже, реєстрація загального відбитого від

біологічної тканини потоку складається з рефлексивної та рефлексометричної компоненти. На практиці здійснення методу включає в себе реєстрацію лише рефлексивної частини. Це пов'язане перш за все з тим, що особливістю методу є дозування оптичного випромінювання і адекватну оцінку величини та потужності такого впливу може забезпечити дозиметр саме оптичного випромінювання. А оскільки рефлексометрична компонента, в переважній більшості, це власне електромагнітне випромінювання організму, стимульоване зовнішнім чинником, то і фіксуватись воно повинне відчутником власних електромагнітних полів. Для доказу цього твердження скористаємось деякими результатами експериментальних досліджень, які були проведені в лабораторії біомедичних досліджень кафедри виробництва приладів НТУУ "КПІ".

В основу експериментів було покладено задачу: дослідити характер поведінки власного електромагнітного поля біологічно активних зон організму людини після впливу зовнішнього подразника, наприклад, лазерне випромінювання.

Оскільки активні зони є самостійними рецепторними органами, що в основному реагують на зміни електричних і магнітних властивостей навколишнього середовища, то вдається активізувати активні зони не тільки адекватними стимулами сомато-сенсорної системи (тиск, механічні коливання, температурні і хімічні впливи), але також широким спектром впливів, що використовують енергію електромагнітних полів [2, 3]. Така полімодальність активних зон як самостійних рецепторних органів ще більш зближує їх з електрорецепторами, які, окрім високої чутливості до змін електричних полів також чутливі до магнітних полів, механічних і температурних стимулів. Таким чином, система електромагнітної або екоцептивної чутливості являє собою особливий аферентний вхід, через який організм постійно контролює якісні та кількісні параметри тих факторів електромагнітних полів зовнішнього середовища, що у випадках значних відхилень можуть змінювати діяльність його життєво важливих функціональних систем. Ця інформація інтегрується в мозку з аналогічною інформацією, отриманою через систему вісцеросенсорної чутливості від внутрішніх органів, і використовується ним для запуску адаптивних механізмів, направлених на ослаблення або повну компенсацію від'ємних змін в функціональних системах організму. У більшості випадків власних запасів стійкості організму людини не достатньо для запуску адаптивних механізмів збалансування систем організму. Тому використання різноманітних стимулів та подразників, як елементів запуску саморегулюючих функціональних можливостей організму є оптимальною схемою здійснення лікувально-оздоровчих процедур у відсутності численних побічних ефектів, котрі властиві традиційним діагностичним та лікувальним методикам.

Тому меридіани, з'єднуючі активні зони, можна розглядати як систему електричних провідників, що прокладені в інтерстиціальній тканині, існуючої поблизу м'язів, судин, нервів, по яким рухомі електричні заряди (електроліти, молекули) можуть мігрувати від одної області до іншої. Ця система, певно, приймає участь в електромагнітних взаємодіях в організмі і в рецепції

зовнішніх електромагнітних полів, а її блокада може призводити до “дисбалансу циркуляції енергій”, який вдається знищити електричною стимуляцією активних зон, специфічних до регуляції цього процесу. Стимуляція активних зон супроводжується змінами електричних потенціалів впродовж шляхів, що описуються як меридіани, причому розповсюдження такої різниці потенціалів між меридіанами потребує більшого часу, ніж зміна фізіологічної активності органа, який має на увазі розповсюдження по шляхам, котрі мають меншу швидкість проведення, ніж розповсюдження збудження по чутливим волокнам.

На підставі вищесказаного можна зробити висновок, що найбільш доцільно визначеними параметрами біологічно активних зон є наведена ЕРС (електрорушійна сила) та відслідковування її зміни під впливом зовнішніх електромагнітних полів.

Середовище акупунктурної точки має переважно нелінійний характер, що значно розширює можливості передачі інформації. Введення в нього механічного подразника або пучка електромагнітних хвиль збуджує резонансну область між нервовим волокном та поверхнею шкіри. Це призводить до появи на ємнісній ділянці нервового волокна певного потенціалу, який поширюється на окремі органи. З іншого боку, достатньо з’явиться додатковому потенціалу на нервовому закінченні, як збуджується резонансна структура біологічного середовища точки, та відбувається випромінювання електромагнітної хвилі у відкритий простір.

Таким чином показано, що обмін інформацією між ключовими структурами БТО (клітина, нервеве волокно, акупунктурна точка) здійснюються в короткохвильовій частині міліметрового діапазону довжин хвиль на основі акустичних хвиль. А це дозволяє стверджувати, що відстеження змін, які відбуваються в інформаційний образ БТО на його ключових біологічних структурах дає змогу контролювати фізіологічний стан організму і забезпечувати стійкість та цілісність БТО. Тобто, уявляючи системну структуру БТО, можна здійснювати моделювання дії як в цілому системи моніторингу, так і її периферійних модулів, позаяк інформаційний образ структури обумовлює особливості функціонування системи.

Особливості функціонування системи моніторингу за системним підходом

Система, як об’єкт функціонування, являє собою обмежений у зовнішньому середовищі та взаємодіючий з ним об’єкт, який:

- по-перше, має визначену мету, тобто програму дії, під час якої здійснює функціонування та розвиток в часі;
- по-друге, має джерела ресурсів, тобто джерела живлення у даному випадку, джерела поповнення інформаційними потоками від периферійних модулів, що реєструють інформацію від БТО.

Виходячи з принципу системності, можна визначати системні властивості об'єкту дослідження, проектування та застосування для необхідних у даному випадку функцій. При цьому дослідження з визначеними системними властивостями у сукупності є системними якостями. Тоді дослідження системних властивостей у системному об'єкті, дослідження механізмів прояву їх функціонування здійснюється за допомогою системного аналізу. Створення же схемотехнічних рішень, проектування конструкторської документації на виготовлення об'єкту здійснюється з погляду системного синтезу.

Тобто для нормального функціонування системи як системного об'єкту вищого рівня, що призначена для моніторингу за плинним станом БТО, необхідна первинна інформація про об'єкти іншим чином розташованого рівня для подальшої можливості управління процесами. Запропоноване системне обладнання моніторингу обґрунтовано згідно функціональних особливостей адекватної схемотехніки.

Використовуючи принципи системного аналізу, доцільно проводити аналіз функціонування оптичноелектронних та електромагнітних чутників для реєстрації, обробки зображень та сигналів як моделей периферійних модулів системи моніторингу БТО.

Для формалізації оптичноелектронних та електромагнітних модулів системи моніторингу з погляду системного підходу до їх застосування можна використовувати логіко-часові операції, які містять дві основні часові операції – паралельне порівняння та зсув зі збереженням інформації.

Якщо сформулювати модифіковане поняття багатофункціональності елементної бази операційного екрану, це дозволяє на системному рівні подати “інформаційний образ” досліджуваної системи та здійснити аналітичне відображення багатофункціонального опорного базового елементу однорідних логіко-часових середовищ. Таким чином, при використанні таких операцій можна здійснювати моделювання засобів при створенні автоматизованих систем.

Проведений аналіз оптичноелектронних та електромагнітних модулів системи моніторингу доводить їх високу ефективність при побудові засобів перетворення та обробки біотехнічних сигналів за рахунок багатофункціональності інформаційних потоків, які надходять від БТО, паралельного процесу обробки інформації та самокерування, що дозволяє підвищити швидкодію при розв'язанні задач обробки сигналів та визначення необхідної величини для уявлення стадії стану БТО.

В звичайних різністних алгоритмах міра подібності сигналів обчислюється при всіх можливих положеннях поточного зображення відносно еталону. Однак очевидно, що точні обчислення має сенс проводити тільки для невеликої кількості точок поблизу максимуму екстремумів досліджуваної функції. Тому в алгоритмі послідовного визначення подібності сигналів в якості стану суміщення вибирається стан з найменшою сумарною помилкою, для якої задається порогове значення, що міститься у базі даних.

Сукупність синтезованих за єдиною методологією основних взаємопов'язаних компонент спеціалізованого під оптичноелектронні та електромагнітні чутники методу розпізнавання (Q - перетворення), наведено на рис.1.

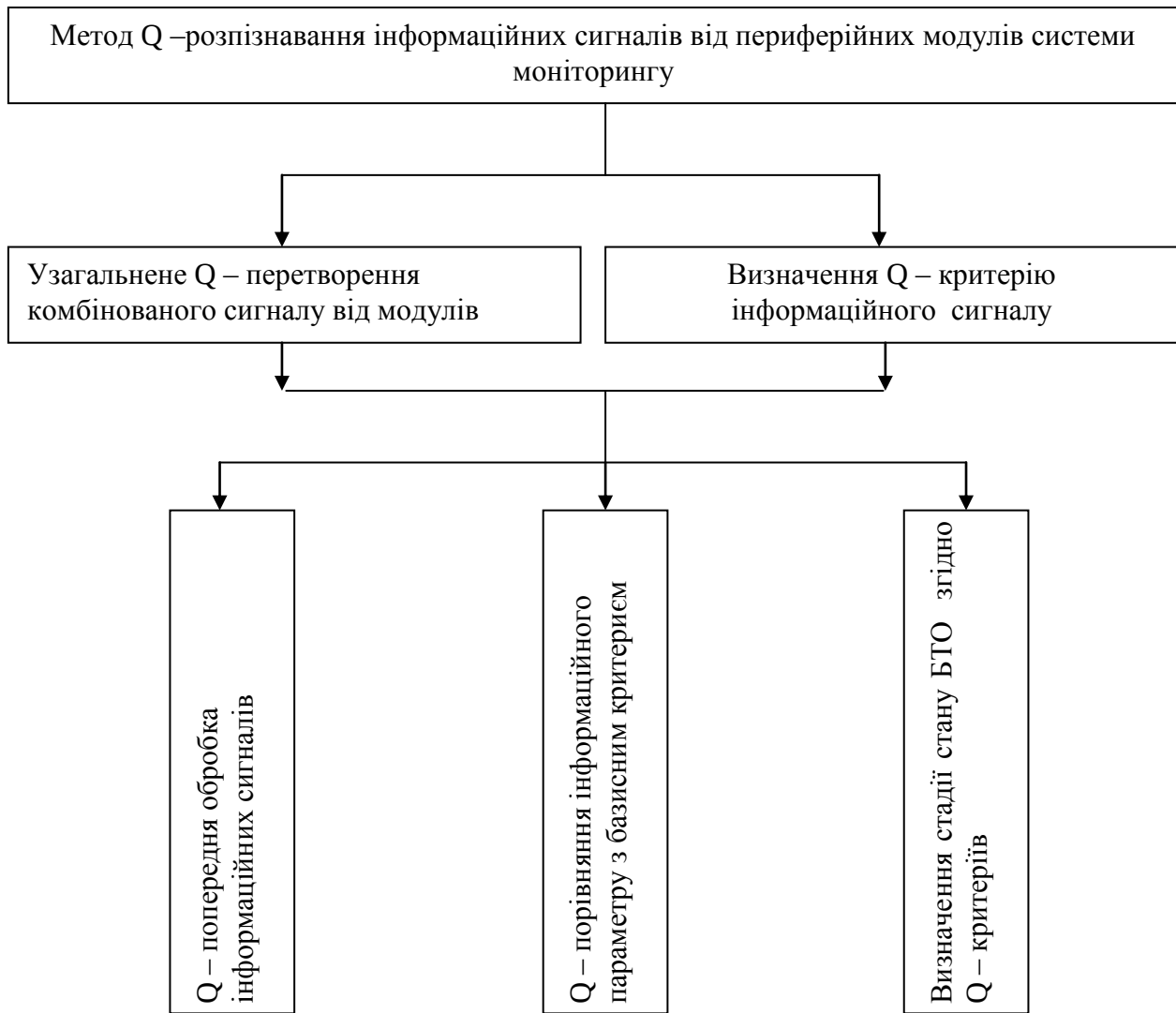


Рисунок 1 - Компоненти методу Q – розпізнавання інформаційних сигналів

Субкомпоненти - Q – попередня обробка, Q – розкладання і формування Q – критеріїв, об'єднані в компоненту узагальнене Q – перетворення з приводу єдиної методології формування, тому розділення даних компонент є досить умовним, лише за їх призначенням, тобто місцем у загальній послідовності перетворень методу.

Q – попередня обробка, що призначена для інформаційного стиснення зображень, що порівнюються, відповідно до інформаційної задачі, що розв'язується.

Q – порівняння призначене для формального порівняння попередніх зображень, адаптованих під інформаційну задачу, що розв'язується.

Q – розкладання використовується для формування (виділення) власних ознак, універсально властивих зображенню і зручних для визначення в базисі операцій перетворювальних середовищ, що природно реалізується. При цьому вказані ознаки зручні для організації банку еталонів і розв'язання задачі швидкого, але відносно неточного пошуку еталона, хоча можуть в ряді випадків використовуватися для точного порівняння зображень у інформаційних задачах, що розв'язуються. Тобто Q – розкладання може відігравати роль попередньої обробки.

Вимога універсальної гнучкості алгоритмів призводить до необхідності ефективної організації процесу навчання інформаційної задачі, що розв'язується, з метою мінімізації апаратних і часових витрат. Через це виключно важливою є роль Q – критеріїв, адекватних інформаційній задачі, що розв'язується, які в методі Q – розпізнавання формуються за допомогою типової формалізованої процедури на єдиному операційному базисі операцій середовищ, що природно реалізуються.

Таким критерієм для моніторингу стану БТО може бути визначені величини інформаційних сигналів, які надходять від периферійних модулів комплексної системи, тобто від оптичноелектронного та електромагнітного каналів. При цьому електромагнітного каналу активного та пасивного типу та оптичноелектронного каналу у різних діапазонах частот світлового сигналу $I(\rho, \theta, z)$.

Таким чином, створений системний образ надає можливість уявлення функціонування комплексної системи моніторингу, яка узгоджена з периферійними модулями, що надають інформаційні сигнали від досліджуваних БТО.

Вихідний сигнал $I(\rho, \theta, z)$ оптичного каналу комбінованого чутника периферійного модулю заснований на перетворенні фотоприймачем потужності оптичного випромінювання в електричний сигнал $U(t)$, що далі підсилюється, перетворюється у величині оптичної потужності для подальшої обробки. Тобто вихідний сигнал $I(\rho, \theta, z)$ розглядаємо як Q- перетворення, що проходить Q-порівняння з Q-критерієм визначення системою під час дії.

Система під час спостереження за станом БТО повинна забезпечувати плинний контроль відстані комбінованого чутника від поверхні БТО для того, щоб не ушкодити досліджувані поверхні. Тому у системі доцільно встановлювати чутник лінійних переміщень на основі також волоконно-оптичного чутника. Тобто, використано те ж Q- перетворення, що проходить Q-порівняння з Q-критерієм визначення системою під час праці системи та проході комбінованого чутника у механічному режимі вздовж досліджуваної поверхні.

Обмірюваний оптичний сигнал підводять на оптичний з'єднувач перетворювача системи волоконно-оптичним світловодом, де за допомогою фотоприймача оптична потужність перетвориться в електричний струм,

пропорційний рівню потужності світлового потоку. Струм фотоприймача надходить на вхід перетворювача струм-напруга, отримана напруга підсилюється до необхідного значення, підсилювачем напруги й далі надходить на вхід АЦП. Таким чином для кожного модулю загальної системи існують Q_n -перетворення, Q_n -порівняння з Q_n -критерієм для Q_n -розпізнавання Q_n -інформаційного сигналу.

Опрацювання функційної схема загальної системи моніторингу наведено на рис.2, що пояснює проходження інформаційних Q_n – сигналів від досліджуваного БТО до відповідних модулів, де здійснюються Q_n – попередня обробка та Q_n – перетворення. Тобто БТО утворює, як було наведено вище, у своїй структурі внаслідок збуджуючих факторів інформаційні Q_n – сигнали, що реєструються периферійними модулями системи. При цьому периферійні модулі здійснюють Q_n – перетворення для подальшої Q_n – обробки у модулях обробки інформації. Перетворені інформаційні сигнали надходять скрізь відповідні модулі у основний блок для Q_n – порівняння з Q_n – базисним критерієм, котрий визначено для кожного з типів реєстрованого інформаційного сигналу, тобто електромагнітні сигнали, оптичні сигнали в різних частотних діапазонах. Користуючись цими принципами оцінюються зареєстровані дані для подальшого визначення основних Q_n – команд, що повинна формувати система обробки інформації.

Експериментальні дослідження та обговорення результатів

Дослідження оптичних параметрів відбитого від поверхні шкіряного покриву тіла світлового випромінювання (рефлексивна компонента), що характеризує стан активних зон з погляду вібраційних явищ, шорсткості шкіри, тощо будуть висвітлені авторами нижче.

Дослідження проводилися на пристроях та приладах, котрі є елементами обладнання комплексної діагностики та лікування [1] (рис. 2). Як відчутник власних електромагнітних полів для визначення параметрів активних зон використовуються засади електромагнітної теорії, тобто вимірювання наведеної ЕРС в обмотці котушки змінного магнітного поля, утвореного електричним струмом в суто біотехнічному об'єкті. Відчутник та мікровольтметр, наприклад ВЗ-57, створювали систему чутника електромагнітних полів організму людини. Як джерело лазерного випромінювання використовувався лазер ЛГН-105, які у поєднанні з багатомодовим оптичним хвилеводом утворювали систему лазерного опромінювання. Магнітоіндукційні чутники виконані на основі феритових кілець НМ 2000 з габаритами $K32 \times 18 \times 10$ мм. Обмотку кілець виконано проводом марки ПЕВ-1 та складає 320 витків, виводи обмоток з'єднані з коаксіальним кабелем типу МГТФЕ-0,14. Електромагнітний пристрій контролю має гнучку переналагоджувальну систему, що дозволяє здійснювати вимірювання у різних частотних діапазонах з різними умовами.

Як досліджувану ділянку тіла використано першу фалангу мізинця пацієнту. Біологічно активні зони (акупунктурні точки) належать меридіану, який характеризує серцево-судинну систему організму людини. Пошук точок здійснювався за допомогою методу Фоля [2, 3]. Було досліджено 32 пацієнта

віком від 18 до 19 років. Серед них 15 жінок. Шестеро пацієнтів скаржилися на певні болі в серці, з медично встановленими діагнозами захворювання серцево-судинної системи $N = (1 - 6)$ (рис.3). Після опромінювання точки $C(V)9$ на протязі 5 с виміряні значення ЕРС довели, що стимульоване електромагнітне поле організму для практично здорових людей збільшується помітно, в той час як для хворих значення ЕРС навіть зменшено, тобто потрібно підбирати інші інтервали часу для стимуляції з метою лікування. Проте зареєстровані результати характеристик полів доводять помітний вплив лазерного випромінювання на БТО, що дозволяє ввести показник адекватності у вигляді знаку зміни параметрів організму людини. Збільшення величини ЕРС після короткотривалого лазерного впливу свідчить про збудження середовища акупунктурної точки, що дозволяє припустити, що таким чином “вмикаються” захисні редути організму, або певного органу чи системи, який до цього впливу знаходився у стані рівноваги.

Висновки

Таким чином на підставі проведених експериментальних досліджень було визначено залежність параметрів електромагнітних полів, наведених власно в організмі людини, від впливу зовнішніх подразників. Ці дослідження доводять можливість моніторингу стану біотехнічних об'єктів на протязі плинного часу, наприклад при проведенні певних лікувальних процедур, за допомогою вимірювання параметрів ЕРС. Дослідження покладено в основу побудови засад функціонування, розробки схемотехнічних рішень периферійних модулів системи моніторингу, що є перспективним напрямом у медичному приладобудуванні.

Література

1. Безуглий М.О., Клочко Т.Р., Скицюк В.І., Тимчик Г.С. Метод комплексної діагностики плинного стану біотехнічних об'єктів (Частина 1) // Вісник НТУУ “КПІ”. Серія приладобудування. –2004. –Вип.28. –С.145-150.
2. Нетрадиційні методи діагностики та терапії / І.З.Самосюк, В.П.Лисенюк, Ю.П.Ліманський та ін.. –К.: Здоров'я, 1994. –240 с.
3. Руководство по рефлексотерапии / Е.Л.Мачерет, И.З.Самосюк. –2-е изд., стер. –К.: Вища школа. Гол. изд-во, 1986. –302 с.

Безуглый М.А., Клочко Т.Р., Тымчик Г.С., Скицюк В.И. **Метод комплексной диагностики и лечения (Часть 2)**

В работе приведены результаты проведения экспериментальных исследований влияния внешних раздражителей на собственные электромагнитные поля человека, которые возникают, например при проведении лечебного облучения. Результаты могут быть положены в основу мониторинга состояния объектов в биологии и медицины

Bezuglyi M.O., Klotchko T.R., Tymchik G.S. **Method of the complex diagnostic of the biotechnical objects emergencies (Part 2)**

In work state at experimental research of the influence of the exogenous irritant at the personal electromagnetic fields, which appeared, for example, by medical irradiation. Resultes are placed on basic monitoring biotechnical objects at bioillogy and medicine

*Надійшла до редакції
21 грудня 2004 року*

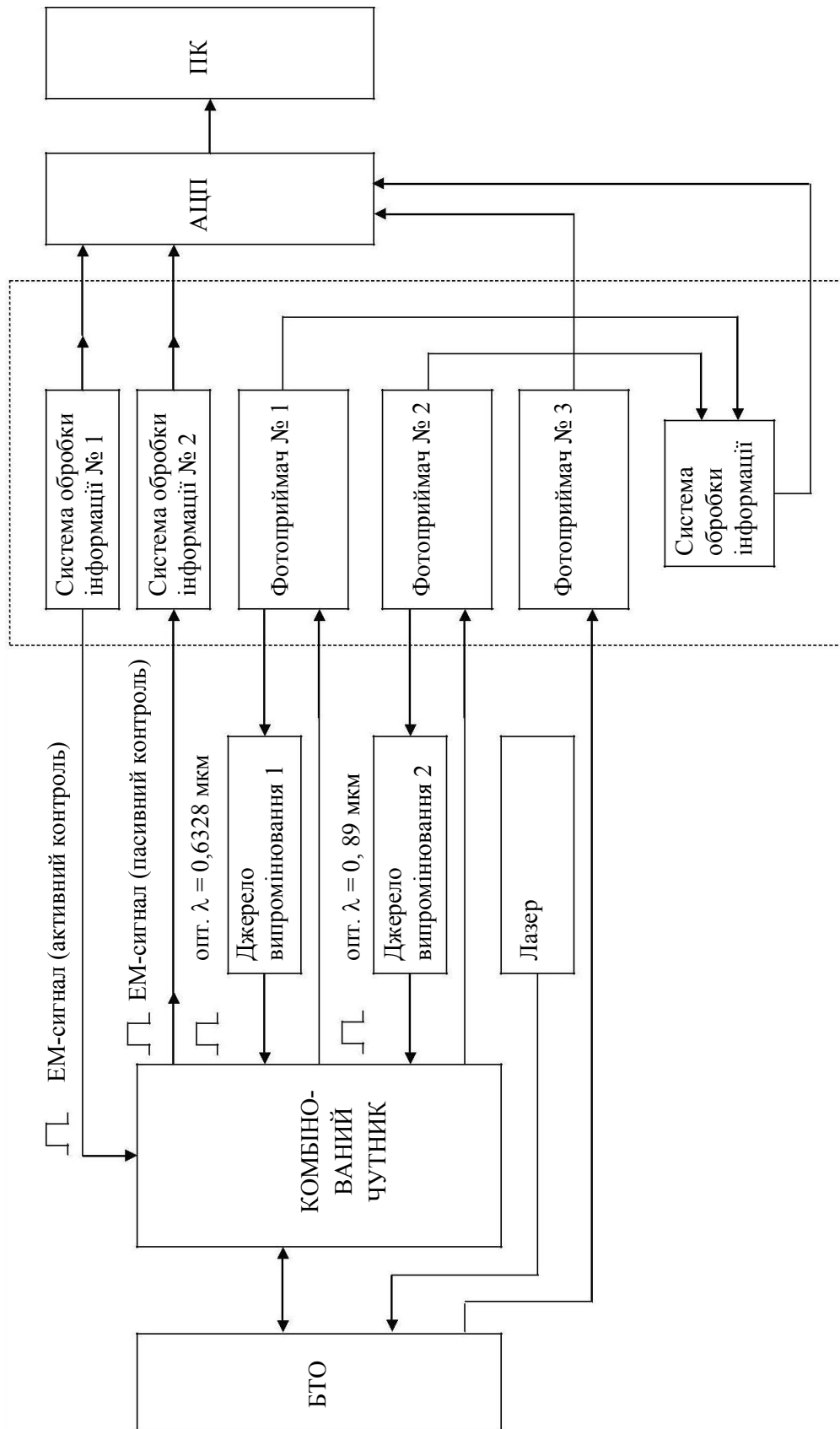


Рисунок 2 – Функціональна схема системи моніторингу

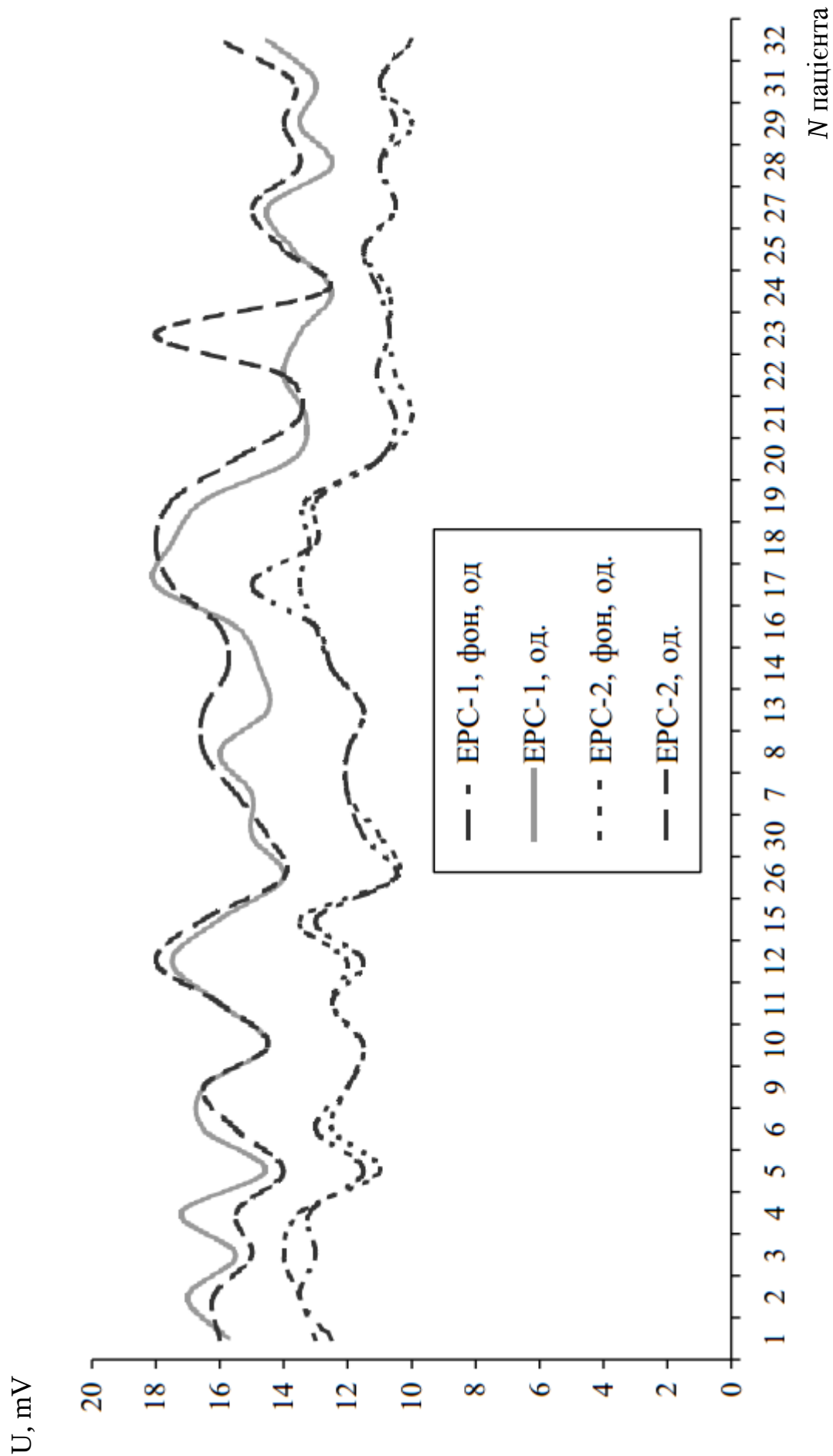


Рисунок 3 – Значення ERS-1,2 наведеного власного електромагнітного поля організму до опромінювання та після відповідно на рівні загального фону