

УДК 616-71:681.518.54
А.В. Снігур, Д.Г. Кобець

Вінницький національний технічний університет

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ СИСТЕМ ТЕЛЕМОНІТОРИНГУ ПОКАЗНИКІВ БІОЛОГІЧНО АКТИВНИХ ТОЧОК

В статті проведений аналіз апаратних засобів систем медичного телемоніторингу та моделей оцінювання показників біологічно активних точок. На основі проведеного аналізу визначені напрямки використання систем телемоніторингу та здійснена класифікація їх апаратних засобів і моделей, що використовуються для оцінювання результатів діагностування, а також сформовані рекомендації щодо використання апаратних засобів в системах медичного телемоніторингу.

Вступ

Сучасний стан розвитку систем медичного телемоніторингу (СМТ) показників біологічно активних точок (БАТ) характеризується підвищенням їх технічного рівня. Реалізація сучасних СМТ як правило здійснюється на основі апаратно програмних комплексів (АПК), апаратною частиною яких можуть бути інформаційно-вимірювальні системи (ІВС) або більш спрощений варіант – переносні діагностичні пристрої [1-4]. Незважаючи на швидкий розвиток АПК, на яких базуються СМТ, на сьогоднішній день недостатньо дослідженими можна вважати питання класифікації таких систем, що використовуються для оцінювання показників БАТ та особливостей їх використання для вирішення конкретних задач.

Мета публікації

Метою досліджень є аналіз апаратних засобів СМТ та моделей оцінювання показників БАТ з метою їх класифікації та надання рекомендацій щодо особливостей застосування в СМТ.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі задачі: визначити напрямки використання СМТ; класифікувати апаратні засоби СМТ та моделі, що використовуються для оцінювання показників вимірювання у БАТ; сформулювати рекомендації щодо використання апаратних засобів АПК в СМТ.

Основний результат дослідження

СМТ можуть використовуватись в наступних напрямках: спостереження за динамікою стану пацієнтів в стаціонарних умовах лікарень; в умовах побуту для контролю фізіологічних параметрів людини («персональна медицина»); в екстремальних умовах у віддалених місцях (на кораблях, космічних станціях та ін) [1-4]. Враховуючи особливості застосування СМТ, АПК у їх складі можуть функціонувати в наступних режимах [5]:

- дискретного реєстрування (вимірюванням показників у БАТ здійснюється через певні проміжки часу);
- безперервного реєстрування (досліджувані показники записуються як безперервна функція часу);
- комбінованого реєстрування (одночасно здійснюється реєстрування показників у БАТ засобами безперервного та дискретного реєстрування).

При цьому вимірювання показників у БАТ може здійснюватись із застосуванням тестового впливу (методи І.Накатані, Р.Фоля) та без застосування (метод біоенергодіагностики за В.Макацом), що обумовлює особливості апаратних засобів СМТ [6-8].

Для забезпечення функціонування СМТ у вказаних напрямках, АПК у їх складі можуть базуватись на:

- одноканальних ІВС (здійснюють передачу одного інформативного показника);
- багатоканальних ІВС (забезпечують передачу декількох інформативних показників по одній лінії зв'язку).

Узагальнена схема, що відображає функціонування СМТ у вказаних напрямках та режимах подана на рис.1.

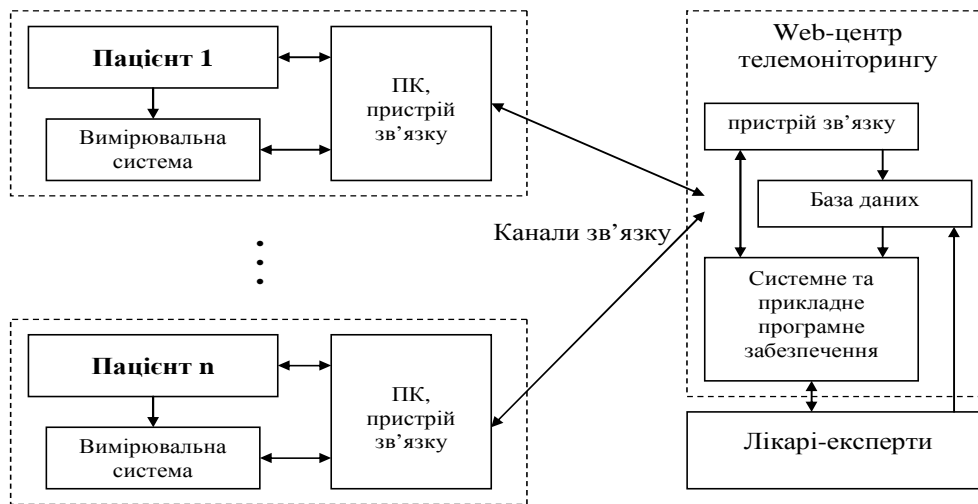


Рис.1 Узагальнена схема СМТ

В результаті аналізу сучасного стану СМТ показників БАТ встановлено, що найбільш розповсюдженими на даний час є СМТ на базі одноканальних ІВС, які за допомогою тестового впливу послідовно здійснюють вимірювання показників у n -ї кількості репрезентативних БАТ в дискретному режимі. Зокрема, на такому підході базуються вимірювання інформативних показників у БАТ в СМТ «Руно» [4]. Приклад функціональної схеми одноканальної ІВС для послідовного вимірювання електропровідності у n -ї кількості БАТ шляхом впливу тестового струму поданий на рис.2.[9]

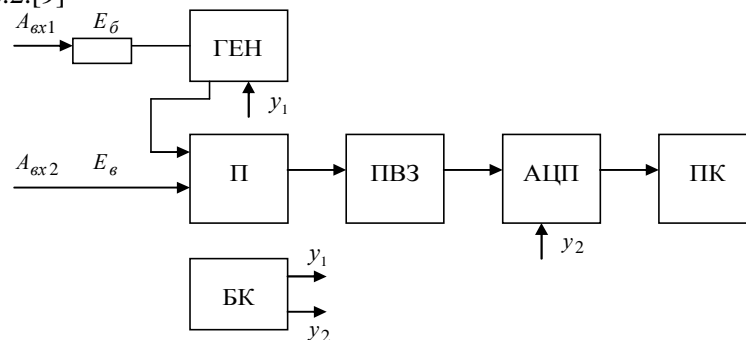


Рис.2 Одноканальна ІВС із дискретним реєструванням результатів вимірювань шляхом тестового впливу

На рис.2 E_{δ} , E_{ϵ} – базовий і вимірювальний електроди, ГЕН – генератор стабільного струму; П – підсилювач, ПВЗ – пристрій вибірки та зберігання, АЦП – аналогово-цифровий перетворювач, ПК – персональний комп'ютер. Інформативними параметрами, що реєструються в даній ІВС є рівень напруги. Тривалість діагностування n -ї кількості БАТ становить від 3 до 15 хв. (залежно від методу вимірювання); рівень тестового струму – 20 мкА.

Більшою функціональністю володіють ІВС, які дають змогу крім дискретного здійснювати також безперервне реєстрування показників БАТ, що дозволяє протягом тривалого часу дистанційно спостерігати за зміною стану БАТ та прослідкувати результати терапевтичного впливу. Характерною особливістю цих систем є наявність пристроїв запам'ятовування інформації. Приклад ІВС, що дозволяє здійснювати пошук, діагностування та безперервне реєстрування показників у БАТ подано на рис.3 [10].

Функціональна схема ІВС на рис.3 містить: 1 – процесор, 2 – постійний запам'ятовуючий пристрій (ПЗП), 3 – оперативний запам'ятовуючий пристрій (ОЗП), 4 – рідкокристалічний індикатор (РКІ), 5 – звуковий випромінювач, 6 – клавіатура, 7, 8 – активний і пасивний електроди, 9 – джерело опорної напруги (ДОН) для аналогово-цифрового перетворювача, 10 – ДОН для ланцюгів вимірювання, 11 – керований комутатор вимірювального ланцюга, 12 – вхідний обмежувач-перетворювач, 13 – гальванічна розв'язка для інтерфейсу RS 232, 14 – блок живлення пристрою, 15 – блок резервного живлення ОЗП, 16 – перетворювач напруги

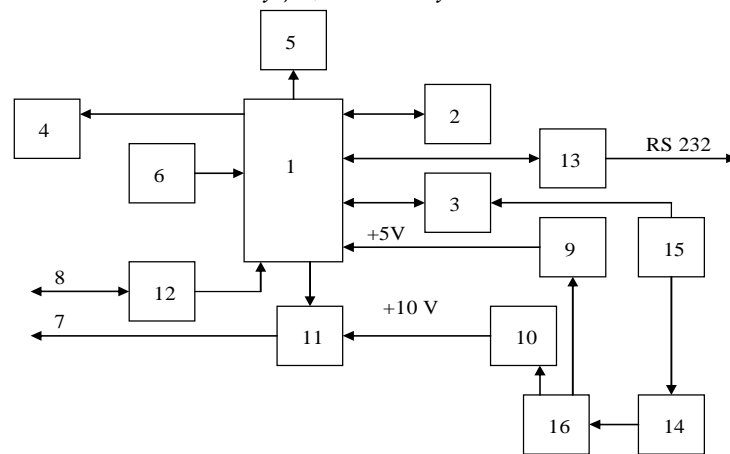


Рис.3 Одноканальна ІВС із безперервним реєструванням сигналів

Загальним недоліком наведених вище одноканальних ІВС є низька інформативність та умовна взаємна кореляція результатів вимірювань n -ї кількості БАТ отриманих в різний час однією парою електродів.

Для дослідження стану БАТ із застосуванням тестового впливу використовуються також багатоканальні ІВС. Приклад багатоточкового інформаційно-вимірювального комплексу, що реалізує такий підхід шляхом реєстрування показників із 24-х ТА як в дискретному, так і в безперервному режимах наведений на рис. 4 [11].

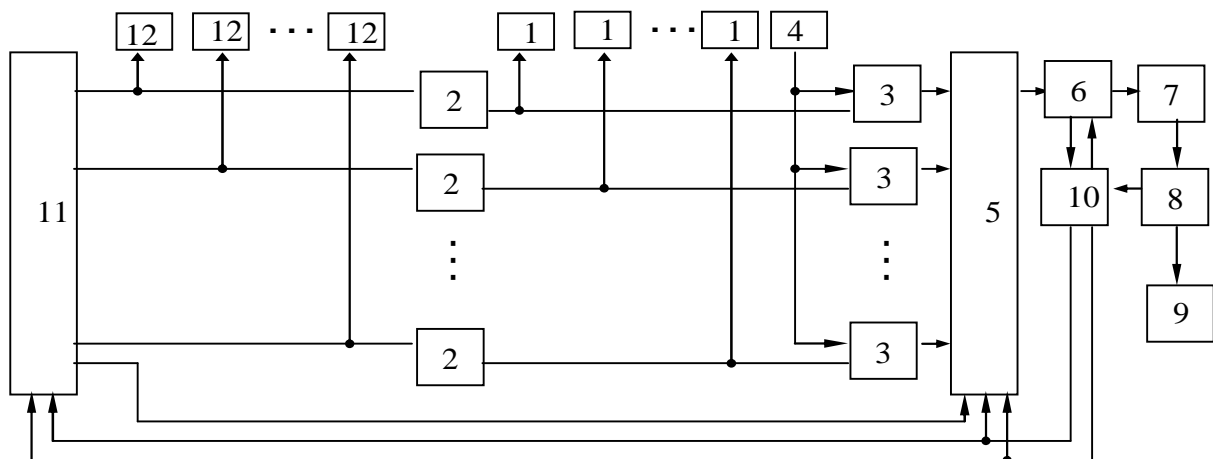


Рис.4 Багатоточковий комплекс реєструванням сигналів у БАТ шляхом тестового впливу

В склад комплексу, поданого на рис.4 входять такі функціональні блоки: 1 – вимірювальні електроди; 2 – стабілізатори струму; 3 – підсилювачі; 4 – індиферентний електрод; 5 – аналоговий комутатор; 6 – аналогово-цифровий підсилювач; 7 – блок узгодження; 8 – транскриптор; 9 – друкуючий пристрій; 10 – блок керування; 11 – комутатор стабілізаторів струму; 12 – індикатори сигналів.

Багатоточковий комплекс містить 24 інформаційних канали; рівень струму через ТА в режимі вимірювання становить $10 \pm 0,1$ мкА; час вимірювання – 30 мс; час безперервної роботи – 8 год.

Перевагою цього інформаційно-вимірювального комплексу і подібних йому багатоканальних ІВС є можливість реєстрування n -ї кількості показників БАТ, що значно скорочує час діагностування. Проте його недоліком, як і попередніх ІВС є наявність тестового впливу та неврахування впливних величин на досліджуваний сигнал у БАТ, що збільшує кількість завад і вносить суттєві похибки в результат вимірювання.

Однією із типових серед багатоканальних ІВС, що дозволяють здійснювати безперервне реєстрування показників БАТ без застосування тестового впливу є система моніторингу потенціалів «Віта-12 (МГ)» [8], функціональна схема якої подана на рис.5.

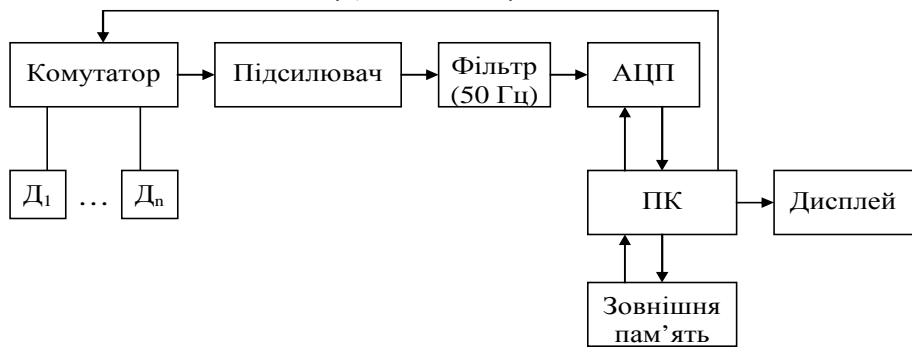


Рис.5 Функціональна схема ІВС моніторингу потенціалів у БАТ без застосування тестового впливу

Характерними особливостями технічних даних ІВС «Віта-12 (МГ) є такі: система не потребує для своєї роботи зовнішніх джерел тестового струму; час одного вимірювання зі всіх здавачів становить 10 с; час безперервної роботи від 4 до 16 хв.

Незважаючи на можливість одночасного діагностування n -ї кількості репрезентативних БАТ та відсутності тестового впливу недоліками тут є низька достовірність результатів вимірювань, що обумовлюється слабкістю біоелектричного сигналу, який реєструється на фоні власних шумів вимірювальної схеми. Крім того, відсутність гальванічної розв'язки може призвести до протікання струму на об'єкт дослідження [12].

Зазначений недолік щодо достовірного вимірювання внаслідок слабкості біоелектричного сигналу частково усувається у ІВС на основі первинного інваріантного перетворювача (ППІ) [15]. Вимірювальний канал такої системи на основі ППІ, буде мати вигляд:

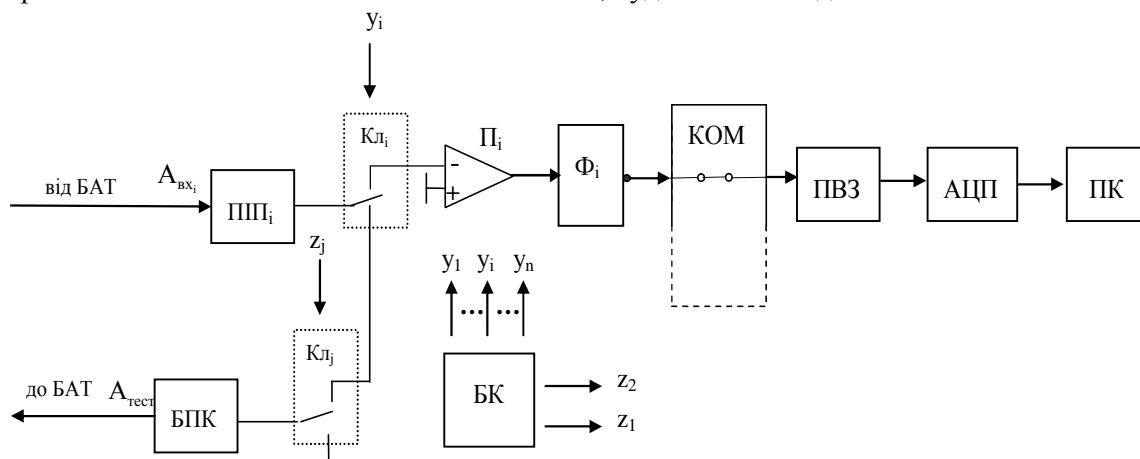


Рис.6. Структурна схема i -го вимірювального каналу ІВС діагностування функціонального стану людини

В наведеній на рис.6 структурній схемі i -го вимірювального каналу ППІ $_i$ – i -тий первинний інваріантний перетворювач, БПК – блок пошуку акупунктурних точок та здійснення коригувального впливу для відновлення функціональної рівноваги, Кл $_i$ – i -тий ключ для перемикання з режиму пошуку в режим вимірювання., БК – блок керування, П $_i$ – i -тий підсилювач вимірювального сигналу, Ф $_i$ – i -тий фільтр, КОМ – комутатор каналів, ПВЗ – пристрій вибірки та зберігання із керуванням, АЦП – аналогово-цифровий перетворювач, ПК – персональний комп'ютер.

Крім однопараметричних ІВС для реєстрування показників БАТ, на даний час створені та застосовуються для дистанційного контролю функціонального стану людини в домашніх умовах, у віддалених місцях та в області космічної телемедицини багатопараметричні діагностичні комплекси, що дають змогу проводити дистанційне діагностування усіх систем в цілому і окремо кожного органу за декількома методами та параметрами [1, 3].

Характеристики розглянутих засобів для телемоніторингу показників БАТ зведені у табл.

1.

Таблиця 1.

Характеристики ІВС дослідження показників БАТ

Характеристика	ІВС із застосуванням тестового впливу			ІВС без застосування тестового впливу
	Одноканальні		Багатоканальні	
	ІВС із дискретним режимом	ІВС із безперервним режимом	ІВС із дискретним та безперервним режимами	ІВС із безперервним режимом
Рівень тестової напруги	$10^0 - 10^2$ мВ	$10^0 - 10^2$ мВ	$10^0 - 10^2$ мВ	–
Розрядність АЦП	10	10	10 - 16	10
Кількість каналів	1	1	6 – 12	12
тривалість одного сеансу	10 – 15 хв	–	30 с – 3 хв	10 с
Час реєстрування	–	8 год	10 год	4 – 16 хв.

Оцінювання інформативних показників в існуючих системах функціонального діагностування стану людини здійснюється на основі моделей норми-патології. Відомі методи, в яких оцінювання даних здійснюється на основі стандартної моделі норми (СМН), що використовує визначені на основі спостережень інформативних показників великої кількості здорових людей стандартні межі відхилень. [6, 7]. Існують також методи та системи, які використовують індивідуальний функціональний діапазон норми (ІФДН), який формується шляхом усереднення багаторазових спостережень інформативних показників конкретної людини і використовує для оцінювання індивідуальні межі відхилень від середнього [1, 4]. Здійснимо огляд моделей норми-патології, що застосовуються у відомих методах діагностування функціонального стану людини.

Для оцінювання даних дослідженні теплочутливості у БАТ шляхом впливу тестової температури (метод К. Акабане) в [7] запропоновано використовувати СМН на основі усереднення вимірювань інформативних показників у 150 здорових людей, що дозволило встановити межі відхилень від середнього ± 3 с. У СМТ, наведеній в [4], що також базується на даному методі, для оцінювання стану акупунктурного меридіана використовується ІФДН, показники якого формуються шляхом визначення величини ξ - різниці між значенням логарифму визначеного латентного періоду (ЛП) в i -тій БАТ T_i та середнім значенням \bar{T} багаторазових вимірювань в даній точці діагностування

$$\xi_i = T_i - \bar{T} \quad (1)$$

При первинному обстеженні пацієнта паталогічними вважаються відхилення ξ , що перевищують довірчий інтервал (ϕ) більше, ніж в 2 рази. Довірчий інтервал ϕ визначається, як середнє квадратичне відхилення варіанти, помножене на t -критерій Стьюдента для довірчої вірогідності 99%: У нормі відхилення від довірчого інтервалу знаходиться в межах $\pm 0,4$.

Значення ЛП правої і лівої гілок меридіана в багатьох випадках є неоднаковими. Для опису цієї особливості застосовується новий критерій – асиметрія: $A_i = T_{i\text{dex}} - T_{i\text{sin}}$, де $T_{i\text{dex}}$ та $T_{i\text{sin}}$ – відповідно логарифми ЛП правої і лівої точок вимірювання. При первинному обстеженні пацієнта паталогічними вважаються відхилення A_i , що перевищують довірчий інтервал більше, ніж у 2 рази.

Оцінювання даних при вимірюванні електропровідності ГА під впливом тестового струму (метод І.Накатані) здійснюється за допомогою карти рідораку або R-таблиці [6, 7]. Спочатку на двох її крайніх графах відмічають середнє арифметичне вимірювань у 24-х репрезентативних БАТ та з'єднують позначки горизонтальною лінією. Далі формують межі норми стандартної ширини - 1,4 см., провівши паралельні лінії зверху і знизу на відстані 0,7 см. від середньої лінії. Потім на карті відмічають значення вимірювань у БАТ, що репрезентують відповідні меридіани. Якщо результат вимірювання в i -тій БАТ знаходиться в межах утвореного діапазону, стан відповідний

меридіану визначається як «Норма», при перевищенні верхньої межі ІФДН стан меридіану визначається як «Збудження», а якщо показник вимірювання не досягає нижньої межі ІФДН – стан меридіана визначається як «Пригнічення».

Для оцінювання даних в СМТ [1], що базуються на вимірюванні зміни електричного опору при дослідженні БАТ постійним або змінним струмом (метод Р.Фоля) використовується умовна шкала від 0 до 100 одиниць. Зареєстровані показники вимірювань у репрезентативних БАТ, що знаходяться в межах 50-65 одиниць відповідають СМН. Значення, що перевищують діапазон середньостатистичної норми і знаходяться в межах 68-80 одиниць відповідають стану патологічного подразнення відповідного органу; 82-88 одиниць – відповідають стану часткового запалення органу; 92-100 одиниць – свідчать про гострий запальний процес. Значення, що не досягають нижньої межі діапазону середньостатистичної норми і відповідають 40-48 одиницям – відповідають атонії, стану початкової дегенерації відповідного органу; показники, що є меншими за 40 одиниць свідчать про значні дегенеративні процеси у органі або його функціональне виснаження.

У [13] запропонована СМН для оцінювання даних за методом біоенергодіагностики, побудована на основі усереднення вимірювань ІІ у 95-ти здорових осіб віком від 17 до 27 років. Реєстрування та аналіз результатів досліджень здійснювались за допомогою карти біоенергодіагностики.

У [14] оцінювання результатів при вимірюванні опору в ТА шляхом тестового впливу здійснюється на основі нормування даних згідно виразу (2)

$$r_i = \frac{U_i}{\sum_{i=1}^{24} U_i} \quad (2)$$

$r_i^{(j)}$ - результат вимірювання нормованого опору в i -тій ТА в j -тому сеансі вимірювань, $i=1,2,\dots,24; j=1,2,\dots,M$, M – кількість сеансів вимірювань; через H_0 - гіпотезу про те, що вибірка, яка містить 24 значення, отриманих в j -тому сеансі вимірювань відповідає здоровій людині «Норма», H_1 - альтернативна гіпотеза, що вибірка відповідає стану «Патологія». На першому етапі приймається часткове рішення про відповідність кожного із $r_i^{(j)}$ результату вимірювання «Нормі» або «Патології» за правилом:

$$x_i^{(j)} = \begin{cases} 0, & \text{якщо } r_{i \text{ ниж}} \leq r_i^{(j)} \leq r_{i \text{ верх}}, \\ 1, & \text{якщо } r_{i \text{ ниж}} \leq r_i^{(j)} \leq r_{i \text{ верх}}. \end{cases} \quad (3)$$

Значення $r_{i \text{ ниж}}$ та $r_{i \text{ верх}}$ визначають із заданою довірчою ймовірністю допустимий діапазон варіацій значень нормованого опору в i -тій ТА у здорової людини. При 95% довірчій ймовірності:

$$r_{i \text{ верх}} = \bar{r}_i + 2\sigma_{ri}; \quad r_{i \text{ ниж}} = \bar{r}_i - 2\sigma_{ri}, \quad (4)$$

де \bar{r}_i - оцінка математичного очікування нормованого опору в i -тій ТА для стану норма, яка визначається усередненням значень в усіх досліджуваних в усіх M_0 -сеансах вимірювань

$$r_0 = \frac{1}{M_0} \sum_{j=1}^{M_0} r_i^{(j)} \quad (5)$$

σ_{ri} - оцінка середньоквадратичного відхилення нормованого опору, що визначається як

$$\sigma_{ri} = \left\{ \frac{1}{M_0} \sum_{j=1}^{M_0} (r_i^{(j)} - \bar{r}_i)^2 \right\}^{1/2}. \quad (6)$$

На другому етапі оцінювання відхилення результатів вимірювання від «Норми» приймається рішення про належність часткового рішення $x_i^{(j)}$, прийнятого до кожного із вимірювань $r_i^{(j)}$ до гіпотези H_0 або H_1 за такими умовами:

$$R^{(j)} = \begin{cases} 0, \text{ якщо } \sum_{i=1}^{24} x_i^{(j)} \leq m, \text{ - норма} \\ 1, \text{ якщо } \sum_{i=1}^{24} x_i^{(j)} > m, \text{ - паталогія,} \end{cases} \quad (7)$$

де m – поріг, що визначається кількістю досліджуваних ТА та заданною повністю вірною класифікацією «норми» γ . При умові незначущості значень опору в досліджуваних ТА та відповідно, $x_i^{(j)}$ в контрольній групі, поріг m прийняття рішення $R^{(j)}$ в умові (1.9) визначається із нерівності

$$P_m = \sum_{K=0}^m \frac{n!}{K!(n-K)!} \cdot P^K (1-P)^{n-K} \geq \gamma \quad (8)$$

де $n = 24$ – об'єм вибірки, що дорівнює кількості досліджуваних ТА; $p = 0,05$ – ймовірність появи $x_i^{(j)} = 1$ при 95% довірчій ймовірності оцінювання стану кожної ТА. Приймавши $\gamma = 0,95$ із таблиці біноміального розподілу знайшли значення $m = 3$. Отже, згідно (1.9), якщо $\sum_{i=1}^{24} x_i^{(j)} \leq 3$ - стан здоров'я людини відповідає нормі; при умові якщо $\sum_{i=1}^{24} x_i^{(j)} > 3$ - патології.

Здійснимо порівняння характеристик моделей оцінювання показників у БАТ за допомогою таблиці 2.

Таблиця 2

Порівняльна характеристика моделей оцінювання показників БАТ

Показники	Оцінювання на основі середньостатистичної моделі норми				Оцінювання на основі індивідуального діапазону норми
Методи вимірювання	К.Акабане	І.Накатані	Р.Фоля	Біоенерго-діагностики за Макацом	К.Акабане, Р.Фоля
Інформативний параметр	зміна теплочутливості	Електропровідність	Опір	Біопотенціал	зміна теплочутливості, опір
Тестовий вплив	Значний	Значний	Значний	Відсутній	Значний
Діапазон моделі норми	$\xi_i = \pm 3c$	1,4 см. на карті Ріодераку	50-65 ум. од.	8 мм.	$\xi_i = T_i - \bar{T}$ $r_{i \text{ верх}} = \bar{r}_i + 2\sigma_{ri}$; $r_{i \text{ ниж}} = \bar{r}_i - 2\sigma_{ri}$
Фактори, що не враховуються при оцінюванні стану БАТ	Індивідуальні особливості організму людини: обмін речовин, спосіб реагування на стреси, тестові навантаження та ін.				Встановлення розбіжностей зі середньостатистичною нормою

На основі проведеного аналізу та класифікації апаратних засобів та моделей оцінювання функціонального стану людини в СМТ можна запропонувати наступні рекомендації:

1. В СМТ, для яких тривалість діагностування не є досить важливим фактором, можуть бути використані менш функціональні та дешевші одноканальні ІВС із дискретним режимом реєстрування показників БАТ.

2. При необхідності проведення оперативного телемоніторингу та динамічного спостереження за результатами терапевтичного впливу, доцільним є застосування багатоканальних ІВС із безперервним та комбінованим режимами реєстрування показників БАТ.

3. Підвищення вірогідності систем телемоніторингу показників БАТ можна досягти за

рахунок зменшення дії впливних величин на результати вимірювання.

4. Стосовно моделей оцінювання показників БАТ перспективним можна вважати підхід, при якому враховуються в комплексі як індивідуальні особливості організму людини шляхом порівняння із індивідуальним функціональним діапазоном норми, так і є можливість співставлення із середньостатичною моделлю норми для оцінювання розбіжностей між ними.

Висновки

Таким чином, на основі проведеного аналітичного огляду було визначено, що СМТ телемоніторингу показників БАТ застосовуються у напрямках дистанційного спостереження за станом здоров'я пацієнтів в умовах побуту та у віддалених районах, що дає змогу завчасно діагностувати патологічні зміни в організмі людини. Були розглянуті особливості вимірювання в одноканальних та багатоканальних ІВС із дискретним, безперервним та комбінованим режимами реєстрування даних, а також особливості оцінювання результатів діагностування на основі СМН та ІФДН, що дозволило відповідним чином класифікувати СМТ показників БАТ та запропонувати рекомендації стосовно покращення їх характеристик.

1. Апаратно-программный комплекс «РОФЭС» [Электронный ресурс] Доступ до ресурсу: <http://rofes.ru/projects/rofes/diff.html>
2. Пат. 10835 Україна, 7 А 61 В 10/00 Система для дистанційного визначення стану здоров'я пацієнта/ М.Р. Баязітов, Л.С. Годлевський, І.В. Смірнов, заявники і власники патенту - № u200507503; заявл. 28.07.2005; опубл. 15.11.2005, Бюл. №11. – 8 с.
3. Шелест С.В., Шевцов А.И., Щерба Т.В., Шелест В.С. Проекты телемедицинских центров для межконтинентальных космических станций (МКС)// Актуальные вопросы и организационно-правовые основы сотрудничества Украины и КНР в сфере высоких технологий: матер. IV межд. научн.-пр. конф, Киев, 2007. – С.181-186
4. Проект медицинского телемониторинга при участии научно-практического центра традиционной медицины и гомеопатии Министерства здравоохранения Российской Федерации. – <http://www.medcare.ru/ptm/whatis.htm>
5. Биологическая телеметрия/ [Бабский Е.Б., Баевский Р.М., Геллер Е.С. и др.]; под ред. В.В. Парина – М.: Медицина, 1971. – 260 с.
6. Табеева Д.М. Руководство по иглорефлексотерапии/ Д.М. Табеева - М.: Медицина. – 1980. – 560 с.
7. Вогралик В.Г. Пунктурная рефлексотерапия: Чжень-цзю/ В.Г.Вогралик, М.В. Вогралик.– Горький: Волго-Вятское кн. изд-во, 1988. – 335 с.
8. Макац В.Г. Основы акупунктурной биоэнергодиагностики. – Винница. – 1991. – 236 с.
9. Пат. РФ № 2033749, А 61В5/05 / А.Н. Гордиенко, Б.М. Тихомиров, А.А. Соколов, Г.П. Мохнаев 1995, Бюл. №12
10. Пат. 45572 Україна, МПК А 61 В 5/05 Пристрій для електропунктурної діагностики/ О.С. Орел, С.І. Бурлік, М.М. Водяхо, Н.А. Литвиненко, С.В. Нащокін заявники і власники патенту; - № 2001010391; заявл. 18.01.2001; опубл. 15.04.2002, Бюл. №4. – 8 с
11. А.А. Малин, Ю.Г. Быстров Многоточечный информационно-измерительный комплекс для снятия показателей с точек акупунктуры // Технические аспекты рефлексотерапии и системы диагностики. Сб. науч. трудов. – Калинин: КГУ, 1984. – С 14 - 15
12. Азаров О.Д. Багатоканальні ІВС опрацювання стрибкоподібних сигналів на базі АЦП із ваговою надлишковістю: Монографія. – Вінниця: УНІВЕРСУМ – Вінниця, 2008. – 138 с.
13. Власюк А.І. Система контролю активності акупунктури людини : автореф. дис. на здобуття канд. техн. наук: спец. 05.13.06 «Інформаційно-вимірювальні системи» / А.І. Власюк. – Вінниця, 1999.—18 с.
14. Т.В. Асеева Замедленная направленная пневмоэнцефалограмма в комплексном лечении симптоматической эпилепсии и оценка состояния больных по значениям электрокожного сопротивления в точках акупунктуры// Технические аспекты рефлексотерапии и системы диагностики. Сб. науч. трудов. – Калинин: КГУ, 1981. – С 56 – 70
15. Роїк О.М., Перевозніков С.І., Снігур А.В., Яремко С.А. Інформаційно-вимірювальна система діагностування функціонального стану людини на основі первинного інваріантного перетворювача // Міжнародний науково-технічний журнал "Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія". – 2010. - №1(17). – С.28-31.