

УДК 681.5.017:616-71

СИСТЕМА ДІАГНОСТУВАННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО СТАНУ ЛЮДИНИ НА ОСНОВІ ІНВАРІАНТНОГО ПЕРЕТВОРЮВАЧА ПАРАМЕТРІВ БАТ*Роїк О.М., Яремко С.А.*

Анотация: Запропонована структурна схема системи діагностування функціонального стану людини на основі первинного інваріантного перетворювача параметрів БАТ, що дозволить підвищити точність вимірювань та достовірність прийняття рішень про стан здоров'я людини.

Аннотация: Предложена структурная схема системы диагностирования функционального состояния человека на основании первичного инвариантного преобразователя параметров БАТ, что даст возможность повысить точность измерений и достоверность принятия решения о состоянии здоровья человека.

Annotation: The flow diagram of the system diagnosing functional state of man is offered on the basis of primary invariant transformer of parameters БАТ, which will allow to promote exactness of measurings that authenticity of decision-making about the state of health oman.

Вступ

Протягом останніх десятиліть, у зв'язку із різким збільшенням негативних наслідків традиційного лікування хімічними препаратами, все більшої актуальності набувають методи нетрадиційної медицини, що враховують взаємозв'язок усіх функціональних систем і дають змогу на ранніх стадіях, коли ще немає явних ознак, виявити органічні зміни та здійснити корегувальний вплив по відновленню нормального функціонального стану людини. Незважаючи на широке застосування даних методів у різних діагностичних системах [1-3], залишаються недостатньо дослідженим вплив завод, тестового навантаження, шунтувальних біотканин та інших факторів, які можуть привести до значного спотворення вимірювальних сигналів у БАТ і в кінцевому підсумку прийняття невірної рішення про стан здоров'я людини. В [6] здійснене дослідження похибок окремих структурних компонентів системи для діагностування параметрів БАТ, проте недостатньо досліджений вплив завод та інших негативних чинників на вимірювальний сигнал і засоби їх зменшення.

Актуальність

Із літературних джерел [7, 8] та проведених досліджень [9] відомо, що найбільшу вагу серед складових впливних величин, які спричиняють похибки вимірювання, займають заводи. Крім того, спотворення корисного сигналу може бути викликане сукупним впливом таких факторів як виділення або забруднення на поверхні шкіри під час вимірювання, наявності шунтувального впливу зі сторони інших органів і тканин людини [10] та ін. Аналіз існуючих методів діагностування показав, що вони не враховують об'єктивно існуючих взаємозв'язків між БАТ, що може привести до отримання недостовірних результатів, оскільки під час вимірювань досліджувану БАТ шунтують інші. Тому актуальним є застосування методів інваріантних (незалежних) від впливних величин перетворень параметрів компонентів складних об'єктів для задач медичної діагностики.

Мета

Метою статті є побудова структурної схеми системи діагностування функціонального стану людини на основі інваріантного перетворювача параметрів БАТ, що дозволить підвищити точність результатів вимірювань та достовірність прийняття рішень про стан здоров'я людини.

Задачі

Відповідно до мети досліджень формулюються такі задачі:

1. Реалізація методу інваріантного відносно впливних величин перетворення електричних параметрів БАТ.
2. Побудова структурної схеми системи діагностування функціонального стану людини на основі інваріантного перетворювача параметрів БАТ.

Розв'язання задач

Для забезпечення інваріантного перетворення параметрів досліджуваної j -ї репрезентативної БАТ, що представлена на графі взаємозв'язків між БАТ точкою e_1 , пропонується здійснити виведення усіх інших репрезентативних точок на «віртуальний нуль» (точка e_2). Для усунення інших впливних величин всі БАТ з'єднуються з базовим вузлом, який зображений точкою e_3 .

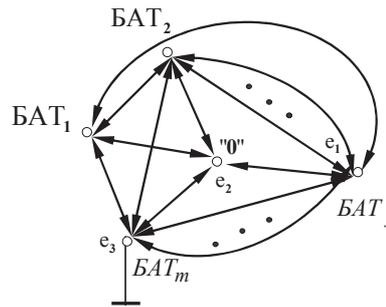


Рисунок 1 – Двонаправлений граф взаємозв'язків між БАТ

Реалізація запропонованого методу інваріантних вимірювальних перетворень електричних параметрів БАТ передбачає створення режиму штучного електричного відокремлення ділянки, параметри якої вимірюються, від інших ділянок, що її шунтують [11]. З цією метою композицію компонентів, що визначають шунтувальний вплив ділять на дві композиції послідовно з'єднаних шунтів $Z_{1\Sigma}$ та $Z_{2\Sigma}$, утворюючи разом із імпедансом Z_x об'єкта дослідження коло типу трикутник. В такому випадку достатньо розірвати шлях протікання струму в одному із шунтів за рахунок забезпечення рівності потенціалів на його полюсах, щоб еталонний струм протікав через ділянку, яка досліджується і не відгалужувався в шунтувальні ділянки.

На рис.2 наведений первинний інваріантний перетворювач (ПП) параметрів БАТ. Тут режим електричного відокремлення при вимірюванні імпедансу Z_x еквівалентної схеми j -ї БАТ (ЕС БАТ $_j$) від шунтувального впливу величин $Z_{1\Sigma}$ та $Z_{2\Sigma}$ забезпечується рівністю потенціалів на полюсах e_2 та e_3 завдяки підключенню до полюсу e_2 операційного підсилювача, який виконує функцію порівняння, при цьому різницевий сигнал підсилюється і через зворотній зв'язок подається на вхід підсилювача. Завдяки цьому в точці e_2 при певному коефіцієнті підсилення з високою точністю встановлюється нульовий потенціал. При цьому в ділянці $Z_{2\Sigma}$ організується режим електричного розриву.

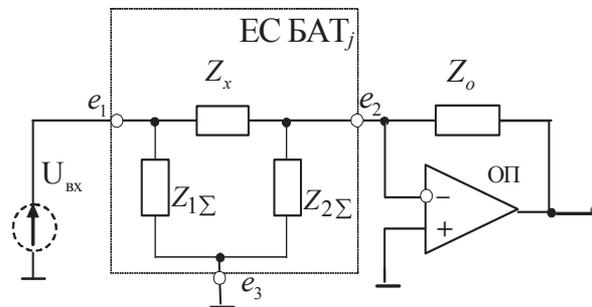


Рисунок 2 – Первинний інваріантний перетворювач параметрів БАТ

Вплив гілки $Z_{1\Sigma}$ виключається за рахунок низького опору джерела тестового сигналу. Тому струм буде протікати тільки через досліджувану і не відгалужуватиметься у шунтувальні ділянки. При цьому струм, протікаючи через зразковий елемент, викликає падіння напруги перетворювача, яке і можна вважати за результат вимірювання

$$U_{вих} = -U_{вх} \cdot \frac{Z_0}{Z_x}, \quad (1)$$

де $U_{вх}$ - вхідна напруга, яка подається ззовні у методах діагностування із застосуванням тестового впливу [1-5] або власний біопотенціал у методах без застосування тестового впливу [12]; Z_0 - імпеданс еталонного двополюсника; ОП – операційний підсилювач.

Комп'ютерне моделювання роботи ППП в реальних умовах, коли корисний сигнал реєструється на фоні завад дозволило отримати вихідну напругу, що містить корисну складову сигналу у БАТ та складову завад (рис.3).

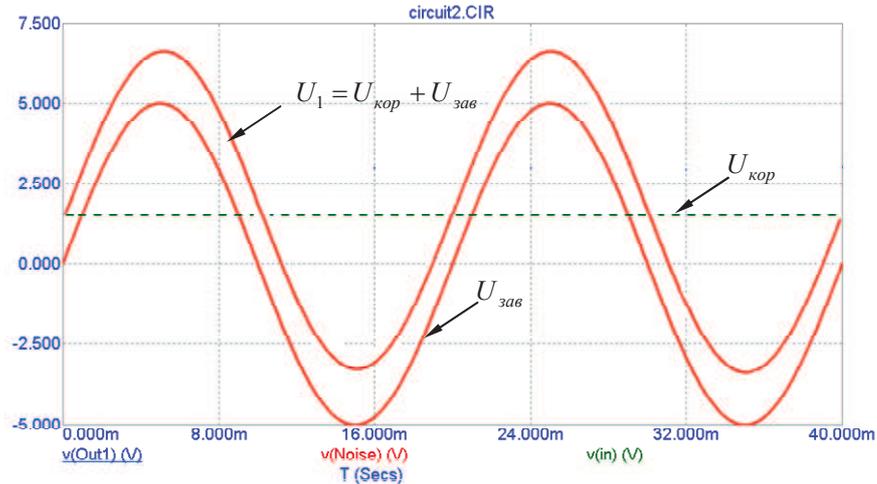


Рисунок 3 – Складові вихідної напруги первинного інваріантного перетворювача БАТ

Виходячи із наведеного вище вираз (1) можна також представити у вигляді

$$U_1 = U_{кор} + U_{зав} \tag{2}$$

де $U_{кор}$ - корисна складова напруги сигналу; $U_{зав}$ - складова завад.

Для виділення корисної складової напруги сигналу пропонується до схеми, наведеної на рис. 2 додати диференційний підсилювач, який реалізований на підсилювачах Π_2 і Π_3 з гілками прямого і зворотного зв'язку, що містять резистори $R_1 - R_4$, які мають однакові значення опору (рис. 4).

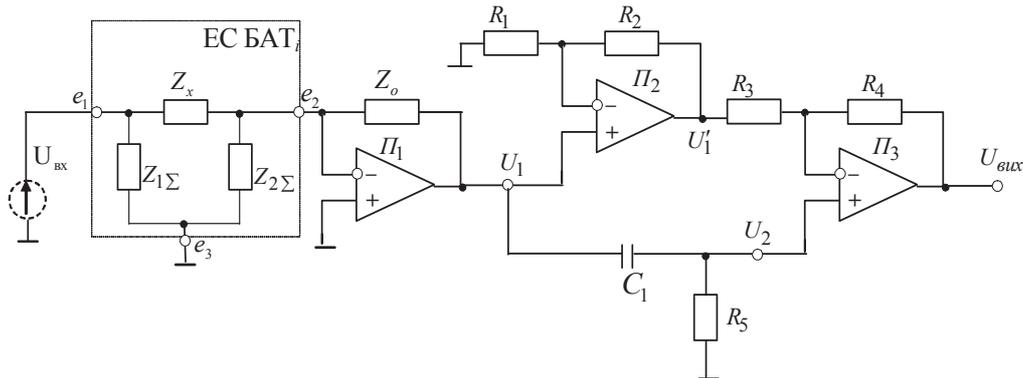


Рисунок 4 – Схема ППП з відокремленням корисної складової сигналу

При цьому на виході підсилювача Π_2 отримаємо вираз (3)

$$U'_1 = U_1 \frac{R_1 + R_2}{R_1} \tag{3}$$

При умові, що значення резисторів є однаковими ($R_1 = R_2$), вираз (3) буде мати вигляд

$$U'_1 = 2U_1 \tag{4}$$

В іншій гілці вихідна напруга ППП поступає на $C_1 R_5$, де $R_5 \rightarrow \infty$, що дозволить виділити тільки складову сигналу, яка містить завади (5)

$$U_2 = U_{зав} \tag{5}$$

Напруги, що виражаються через (4), (5) поступають на входи підсилювача Π_3 , який виконує функцію порівняння, в результаті чого напруга на виході, при умові, що $R_3 = R_4$, становитиме

$$U_{вих} = -U'_1 + U_2 \frac{R_3 + R_4}{R_3} = -2U_1 + 2U_2 = -2U_{кор} - 2U_{зав} + 2U_{зав} = -2U_{кор} \tag{6}$$

Таким чином, вихідна напруга буде вільною від завад і міститиме корисну складову, що дозволить підвищити точність вимірювання параметрів БАТ.

З урахуванням наведеного вище запропонована вимірювальна система на основі інваріантного перетворення та відокремлення корисної складової вимірювального сигналу у БАТ (рис.5), де ЕС БАТ_j –

еквівалентна схема j -тої біологічно активної точки; Z_{xy} - комплексний опір j -тої БАТ; $Z_{1\Sigma}$, $Z_{2\Sigma}$ - комплексні опори шунтувальних тканин; e_{1j} - точка вимірювання j -тої БАТ; e_2 - точка, у якій створюється режим електричного відокремлення; e_3 - базова точка; $Кл_1, \dots, Кл_m$ - ключі комутатора для перемикання з режиму виведення точки діагностування на e_3 в режим вимірювання; y_1, \dots, y_m - сигнали керування перемиканням ключів комутатора $Кл_1, \dots, Кл_m$; $U_{вх}$ - вхідна напруга; $Кл_{m+1}$ - ключ для перемикання з режиму подачі тестової напруги у режим вимірювання без тестового впливу; z_1, z_2 - сигнали керування перемиканням ключа $Кл_{m+1}$; R_1, \dots, R_5 - резистори; ППП - первинний інваріантний перетворювач, БК - блок керування; МП - масштабний підсилювач; ПВЗ - пристрій вибірки та зберігання із керуванням; АЦП - аналогово-цифровий перетворювач; g_1, \dots, g_4 - сигнали керування ППП, МП, ПВЗ та АЦП; ПК - персональний комп'ютер.

В даній системі інваріантне перетворення забезпечується виведенням усіх крім досліджуваної БАТ на шину нульового рівня шляхом керування перемиканнями ключів y_1, \dots, y_m комутатора. В підсистемі передбачена можливість безперервного реестрування вимірювання показників БАТ за допомогою подачі керуючого сигналу з БК, а також проведення вимірювань як із застосуванням зовнішнього тестового впливу, так і без шляхом керування перемиканням ключа Z_k .

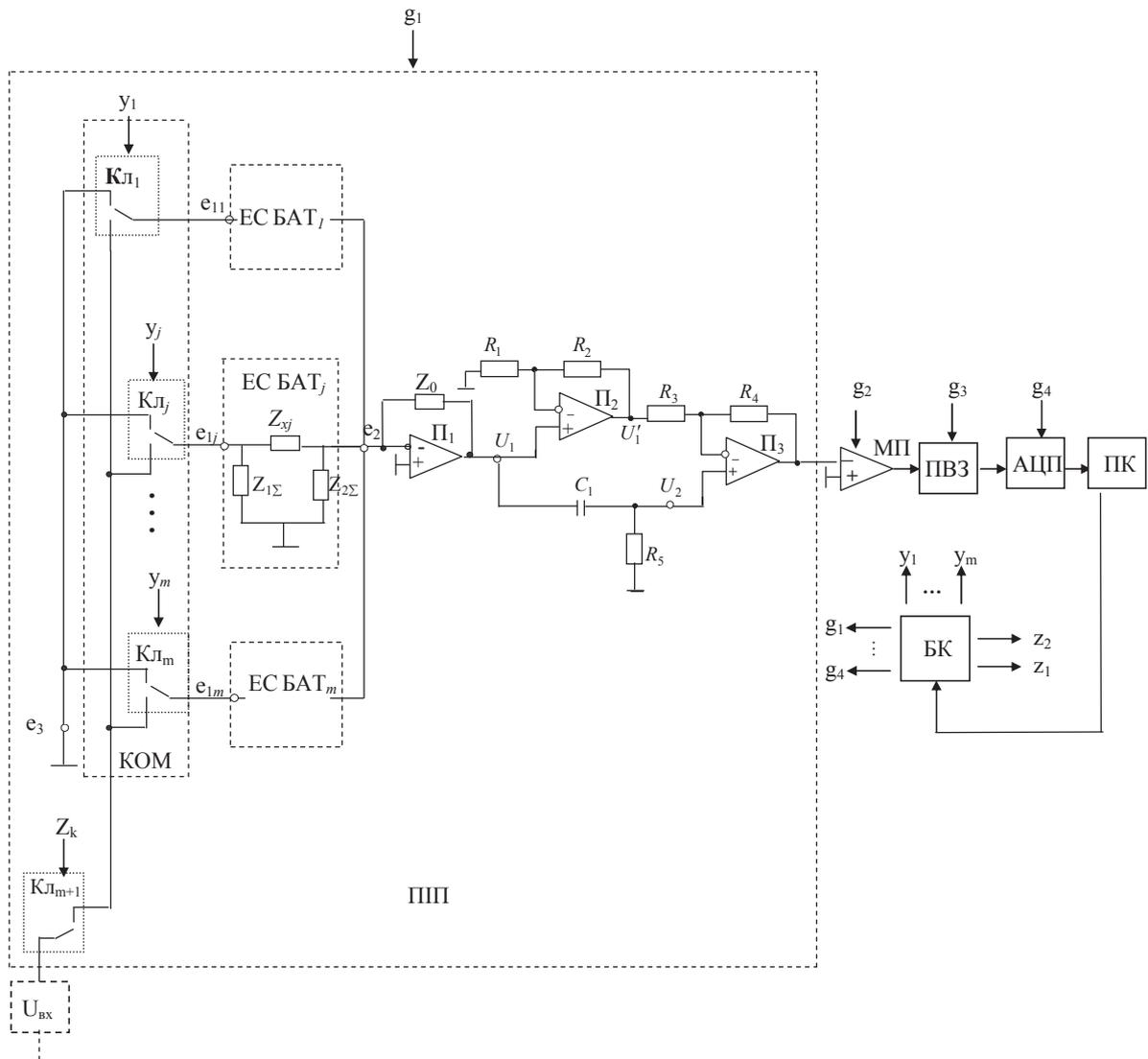


Рисунок 5 – Структурна схема системи діагностування функціонального стану людини на основі інваріантного перетворювача параметрів БАТ

Висновки

1. На основі аналізу впливних величин, що спричиняють похибки вимірювання параметрів БАТ, зокрема таких як завади, а також вплив виділень та забруднення на поверхні шкіри під час вимірювання, наявність шунтувального впливу зі сторони інших органів і тканин людини та ін., було запропоновано і реалізовано метод інваріантного перетворення електричних параметрів БАТ.
2. Для відокремлення корисної складової сигналу у БАТ до складу розробленого первинного інваріантного перетворювача було введено диференційний підсилювач, що дозволило отримати результат вимірювання вільний від складової завад.
3. Побудована структурна схема системи діагностування функціонального стану людини на основі інваріантного перетворювача параметрів БАТ, що дасть змогу підвищити точність результатів вимірювань та достовірність прийняття рішень про стан здоров'я людини.

Список літератури

1. Портнов Ф.Г. Электропунктурная рефлексотерапия. – Рига: Зинатне, 1988. – 352 с.
2. В.Г. Вогралик, М.В. Пунктурная рефлексотерапия: чжень-цзю. – Горький: Волго-Вятское кн. изд-во, 1988 – 335 с.
3. Лучинина Е.В. Изучение диагностической эффективности метода электропунктурной диагностики по Накатани и компьютерного комплекса «Диакос» при артериальной гипертонии: Автореф. дис. к-та мед. наук: 05.13.01/ Саратовский Государственный медицинский университет. – Москва, 2002.
4. 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.
5. Dimmick SL, Mustaleski C, Burgiss SG, Welsh T.A. case study of benefits and potential savings in rural home telemedicine. Home Health Nurse. 2000; 18:124-135
6. Азаров О.Д., Снігур А.В. Багатоканальні ІВС опрацювання стрибкоподібних сигналів на базі АЦП із ваговою надлишковістю: Монографія. – Вінниця: УНІВЕРСУМ – Вінниця, 2008. – 138 с.
7. Основи метрології та вимірювальної техніки / [М. Дорожовець, В. Мотало, Б. Стадник, В. Василюк, Р. Борек, А. Ковальчик]; за ред. Б. Стадника. – Львів: Видавництво Національного університету "Львівська політехніка", 2005. – 655с.
8. Володарський Є.Т., Кухарчук В.В., Поджаренко О.В., Сердюк Г.Б. Метрологічне забезпечення вимірювань і контролю. Навчальний посібник. – Вінниця: Велес, 2001. – 219 с.
9. О.М. Роїк, А.В. Снігур, С.А. Яремко Вибір компонента вимірювального каналу на основі досліджень математичних моделей інформативних сигналів у БАТ // Вісник хмельницького національного університету. – 2009. - №3(132). – С.130-135.
10. Роїк О.М., Власюк А.І. Інваріантні вимірювання параметрів біологічних об'єктів в системах медичної діагностики // Вісник ВПІ, 1999. - №2. – С. 8-11
11. Н.П. Байда, В.И. Месюра, А.М. Роик Самообучающиеся анализаторы производственных дефектов РЭА. – М.: Радио и связь, 1991. – 256 с.: ил.
12. Основи біоактиваційної медицини (відкрита функціонально-енергетична система біологічних об'єктів) / [В.Макац, В.Нагайчук, Д.Макац, Д.Макац]. – Вінниця: Велес, 2001. – 315 с.

Відомості про авторів

Роїк Олександр Митрофанович – д.т.н., професор, завідувач кафедри інформаційного менеджменту, Хмельницьке шосе, 95, м. Вінниця, 21021: тел. 64-53-00.

Вінницький національний технічний університет;

Яремко Світлана Анатоліївна – асистент кафедри економічної кібернетики та інформаційних систем, Соборна, 87, 21100. тел. +380672607014, e-mail: yaremkos@rambler.ru

Вінницький торговельно-економічний інститут Київського національного торговельно-економічного університету.