

УДК 681.586:57.089

С.М. ЗЛЕПКО, С.В. КОСТИШИН, Р.М. ВИРОЗУБ

Вінницький національний технічний університет

Н.В. ТИТОВА

Національний технічний університет України «Київський політехнічний університет»

КЛАСИФІКАЦІЯ ПЕРВИННИХ ВИМІРЮВАЛЬНИХ ЗАСОБІВ БІОМЕДИЧНИХ СИГНАЛІВ

В статті розглянуто класифікацію первинних вимірювачів біомедичних сигналів, давачів і сенсорів, класифікованих за різними критеріями функціональності; особливостями застосування і способами забезпечення контакту; рівнем поляризації і кратністю застосування. Наведено узагальнену структурну схему біомедичного перетворювача, на основі якої побудовані схеми сенсорів: простих з обробкою інформації; активних; інтелектуальних. Розглянуто послідовність перетворення схеми простого сенсора у схему сенсорно-комп'ютерних систем. Підтверджено, що саме запропонована класифікація забезпечує адекватний вибір давачів і сенсорів при проектуванні медичних приладів і систем.

Ключові слова: класифікація, критерій, сенсор, давач, перетворювач, біомедичний сигнал

S.M. ZLEPKO, S.V. KOSTISHYN, R.M. VYROZUB

1- Vinnytsia national technical university

N.V. TITOVA

National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute"

CLASSIFICATION OF PRIMARY MEASURING BIOMEDICAL SIGNALS

Abstract – In the article the classification of primary meters biomedical signals, sensors and sensors classified according to different criteria functionality; specific applications and ways of providing contact; the level of polarization and frequency of use. Summarizes the biomedical transducer block diagram on which circuit sensors built: from simple information processing; active; intelligent. Considered sequence conversion circuit in the sensor circuit simple sensory-computer systems. Confirmed that it proposed classification provides adequate choice deliverer and sensors in the design of medical devices and systems.

Keywords: classification criteria, sensor, sensor, transducer, biomedical signal

Вступ

Вимірювальне перетворення біомедичних сигналів представляє собою процес перетворення однієї фізичної величини біомедичного сигналу в іншу фізичну або електричну величину, функціонально з нею пов'язану, яка не містить інформаційних втрат біосигналу і представлена у вигляді, що є найбільш зручним для подальшої обробки.

Питання, що пов'язані із класифікацією перетворювачів біомедичних сигналів завжди займали чільне місце, якому приділялося максимум уваги. Сучасний, суттєвий інтерес до вимірювальних перетворювачів біосигналів зумовлений аналогічними проблемами, що характерні для всієї галузі біомедичного приладобудування: неоднозначність термінології: поява нових класів перетворювачів з нечітко визначеними функціями та умовами використання тощо. А враховуючи, що перетворювачі біомедичних сигналів є першою, найбільш відповідальною часткою будь-якої вимірювальної, діагностичної, інформаційної або іншої за призначенням системи, і одночасно – джерелом максимальної похибки, питання їх застосування і схмотехнічної реалізації набувають додаткової актуальності.

Основний текст статті

Згідно [1] електрод (електрод) – це пристрій, що використовується при реєстрації біоелектричних потенціалів, має струмознімальну поверхню, яка контактує з біологічним об'єктом і вихідні елементи. За визначенням, наведеним в [2, 3] – давач – це пристрій, що перетворює величину, яка контролюється або вимірюється, в сигнал, зручний для подальшої передачі, перетворення або реєстрації. Аналогічно, вимірювальний перетворювач представляє собою вимірювальний засіб, призначений для отримання сигналу, що вимірюється у формі, зручній для передачі і подальшої обробки, але не придатний для безпосереднього сприйняття лікарем [2, 3].

Щодо визначення поняття „сенсор”, наведемо два найбільш поширених в теорії і практиці первинних перетворювачів формулювання. Сенсор [2, 3] – вимірювальний пристрій у вигляді конструктивної сукупності одного або декількох вимірювальних перетворювачів величини, що вимірюється і контролюється у вихідний сигнал для дистанційної передачі та використання в системах керування і має нормовані метрологічні характеристики.

Згідно [4], сенсор – це пристрій, що перетворює фізичні (фізико-хімічні) зміни в об'єкті дослідження, його фізичний вплив в інформаційний сигнал для користувача. Сенсор – це ланка, що зв'язує реальний „фізичний” світ і світ інформаційних моделей.

Інтелектуальний сенсор – це сенсор, який має в своєму складі комп'ютер і завдяки цьому здатний виконати досить складну обробку первинної інформації: враховувати всі нелінійності і необхідні поправки; видавати дані в найбільш зручній формі; впливати на об'єкт спостереження, сприймаючи і аналізуючи ці зміни; проводити самоконтроль і самодіагностику; накопичувати і систематизувати дані; адаптуватися до зовнішніх умов та ін. [4].

Узагальнена структура схеми такого перетворювача показана на рис. 1 [5]:

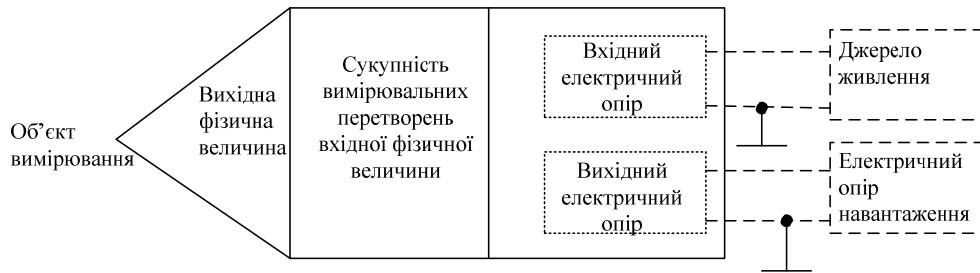


Рис. 1 Узагальнена структура схеми біомедичного перетворювача

Біоелектричні електроди, відповідно до [4, 5] класифікують за такими критеріями:

1. За особливостями застосування: а) для короткочасного застосування; б) для довготривалого застосування; в) для моніторного контролю; г) для динамічного нагляду; д) екстреного застосування.
2. За функціональними критеріями: а) електрокардіографічні; б) електроміографічні; в) електроенцефалографічні; г) електrokортикографічні; д) базальні; г) електроокулографічні; ж) електрогастрографічні; з) електроретинографічні.
3. За способом забезпечення контакту з об'єктом: а) підшкірні (голкові); б) порожнинні; в) внутрішньотканинні; г) мікроелектроди; д) поверхневі (нашкірні) – металічні, емнісні, резистивні, емнісно-резистивні;
4. За рівнем поляризації: а) такі, що поляризуються; б) такі, що слабо поляризуються; в) такі, що не поляризуються.
5. За кратністю застосування: а) одноразові; б) багаторазові; в) незаповнений електрод одноразовий; г) заповнений електрод одноразовий.
6. За способом забезпечення контакту зі шкірою біооб'єкта: а) такі, що присмоктуються; б) такі, що клеяться; в) такі, що підкладаються; г) такі, що притискаються.

До критеріїв, за якими найчастіше класифікують вимірювальні засоби біометричних сигналів належать такі: за призначенням; за принципом дії; за формою вихідного сигналу тощо.

Якщо класифікувати давачі за принципом дії, то можемо визначити дві основні групи [2, 6] біокеровані та енергетичні. Перші, в свою чергу, поділяються на активні (генераторні) і пасивні (параметричні). В активних датчиках параметр, що вимірюється, безпосередньо не перетворюється в електричний сигнал, придатний для подальшої обробки і представлення. До таких датчиків можна віднести п'єзоелектричні, індукційні перетворювачі, термоелементи [2]. Особливістю параметричних датчиків є наявність у їх складі електродів, які безпосередньо вмикаються в вимірювальний ланцюг підсилювачів, з виходу яких знімається біосигнал, придатний до подальшої обробки [2] (рис.1).

Енергетичні датчики, на відміну від біокерованих, впливають на органи і тканини, створюючи в них т.з. немодульований енергетичний потік з вираженими і постійними у часі характеристиками.

В залежності від місця у вимірювальному каналі, перетворювачі розділяються на первинні і вторинні. До перших однозначно віднесені давачі, до вторинних – підсилювачі нормовані, АЦП, ЦАП, підсилювачі масштабуючі тощо.

Клас сенсорів передбачає розподіл на: прості сенсори; прості сенсори з обробкою інформації; активні сенсори; пасивні сенсорно-комп'ютерні системи; активні сенсорно-комп'ютерні системи; інтелектуальні сенсори (рис. 2-6).

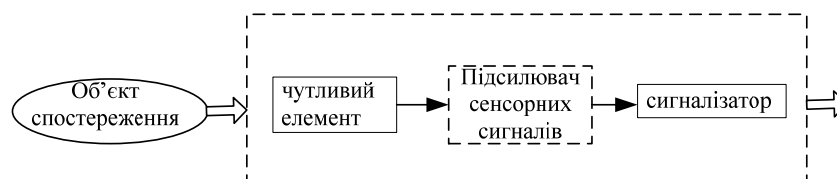


Рис. 2 Функціональна схема простого сенсора

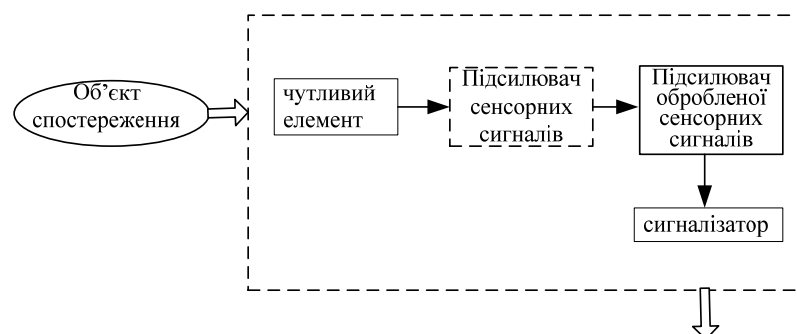


Рис. 3 Структура простого сенсора з обробкою інформації

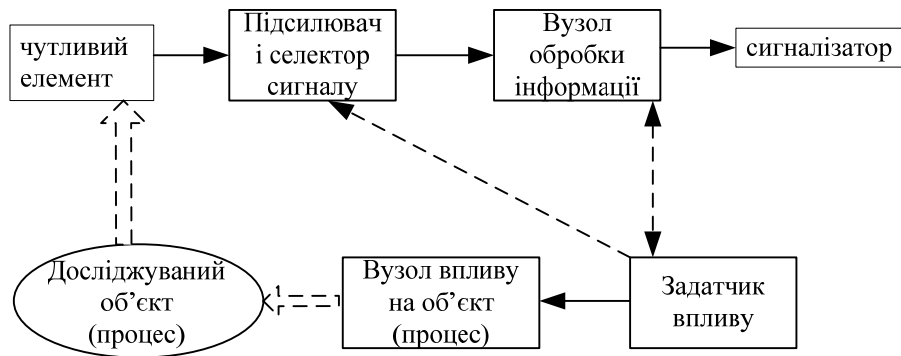


Рис.4 Функціональна схема активного сенсора

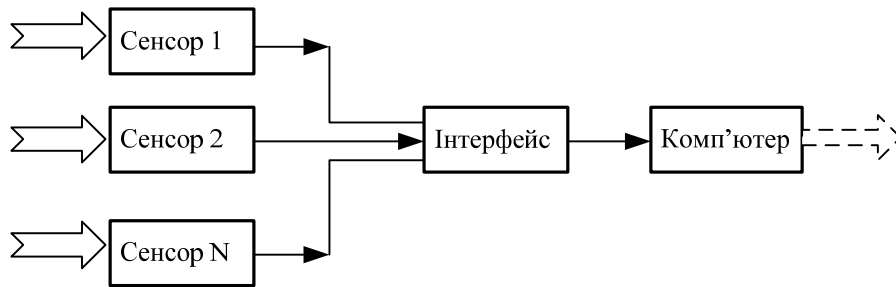


Рис.5 Структура пасивної сенсорно-комп'ютерної системи (пасивний сенсор)

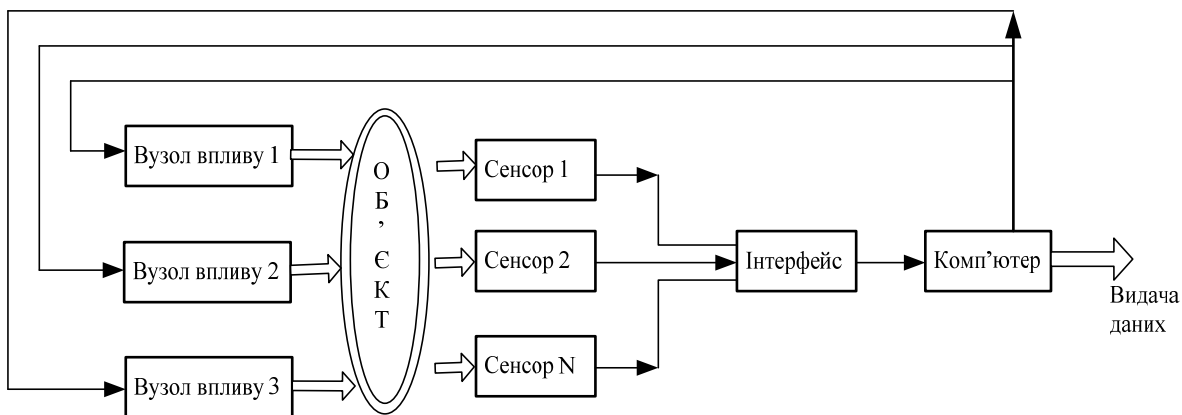


Рис. 6 Структура активної сенсорно-комп'ютерної системи (активний сенсор)

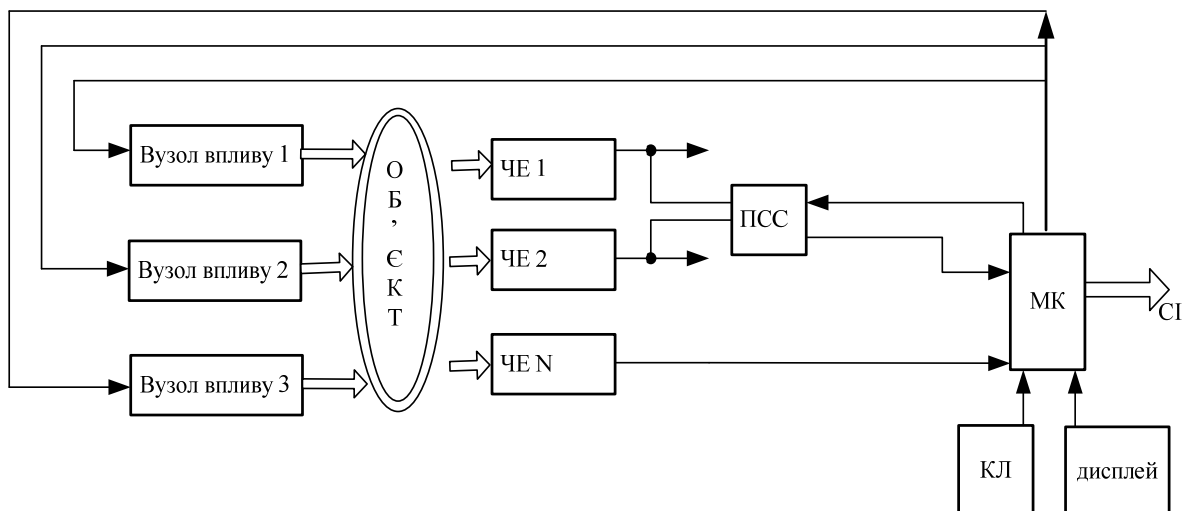


Рис. 7 Функціональна схема «інтелектуального» сенсора

ЧЕ – чутливий елемент; ПСС – підсилювач селектор сигналів; МК – мікрокомп'ютер; КЛ- - клавіатура; CI – стандартний інтерфейс.

Тоді з урахуванням вищевикладеного, класифікацію первинних вимірювальних засобів біомедичних

сигналів для сімейної медицини можна представити таким чином (рис. 7).

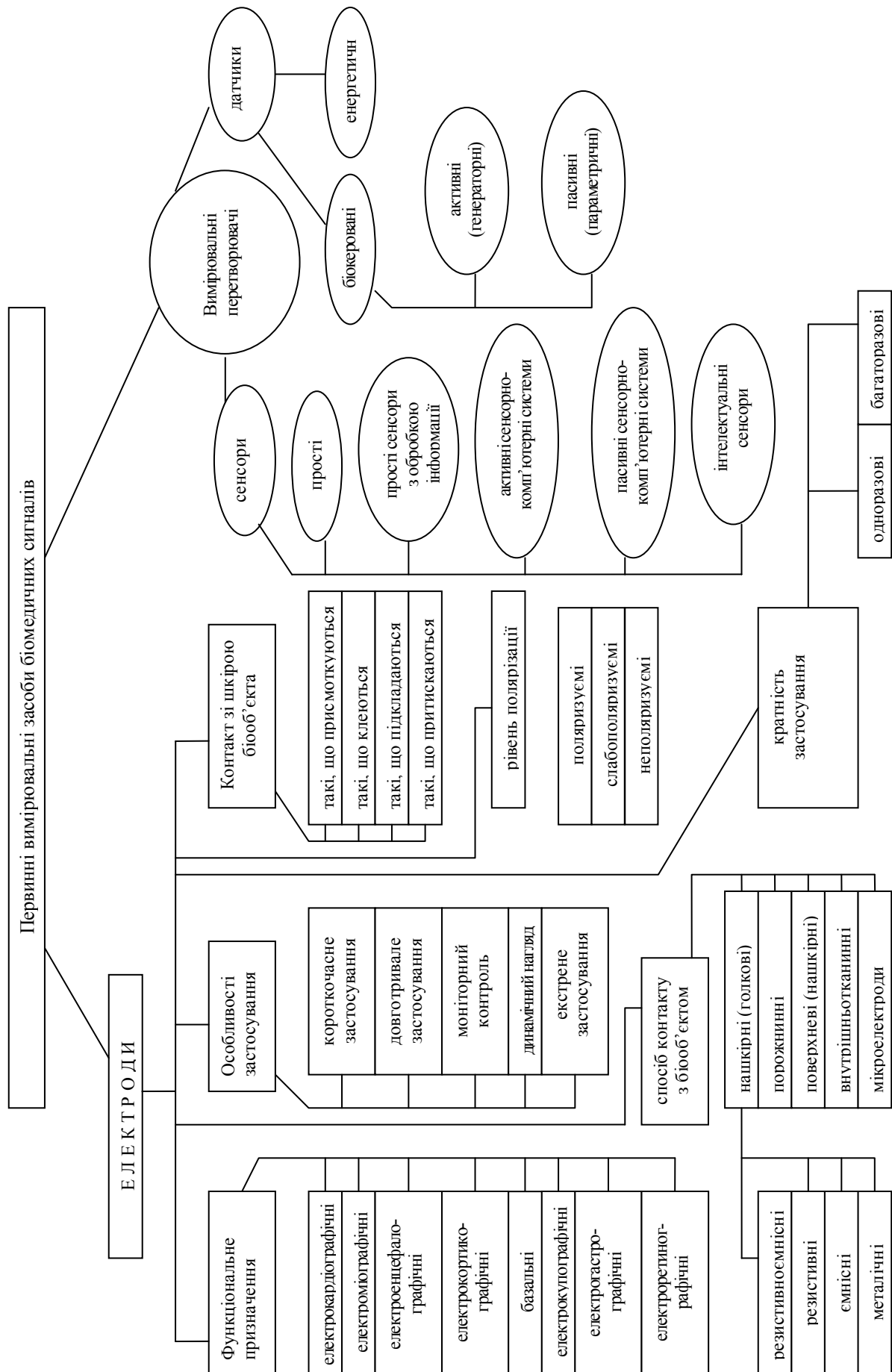


Рис. 7 Класифікація первинних вимірювальних засобів біомедичних сигналів

Як правило, вихідною величиною перетворювача є величина діагностичного показника, що характеризує біосигнал. Вона визначається за допомогою функції перетворення вимірювального перетворювача, що може бути описана аналогічним виразом або графіком. Для опису функції перетворення, яке має лінійну залежність, достатньо двох параметрів: початкового значення вихідної величини (нульовий рівень), що відповідає нульовому або іншому характерному значенню вхідної величини, і значення показника відносного нахилу характеристики-чутливості перетворювача [2]. До інших характеристик перетворювачів відносяться: роздільна здатність, динамічний діапазон, параметри динамічного режиму; постійна часу датчиків, час реакції [2].

Висновки

Таким чином, представлена класифікація забезпечує ефективний вибір давачів або сенсорів для реєстрації і вимірювання біомедичних сигналів, які представляють собою вимірювальні засоби, призначені для отримання сигналу, що вимірюється і які використовуються для подальшої обробки і представлення.

Література

1. ДСТУ 22-21-23. Електроди для зняття біоелектричних потенціалів. Терміни і визначення.
2. Федотов А. А. Математическое моделирование и анализ погрешностей измерительных преобразователей биомедицинских сигналов / А. А. Федотов, С. А. Акулов. – М. : Физматлит, 2013. – 282 с.
3. Монастирський З.Я. Особливості вживання української метрологічної термінології в науково-технічній літературі та документації / З. Я. Монастирський // Гідроенергетика України. – 2010. – №4. – С.55-56.
4. Национальный открытый институт ИНТУИТ. Лекция 1: от простых сенсоров – к интеллектуальным. Режим доступа: <http://www.intuit.ru/studies/courses/590/446/lecture/9914?page=4>. – Дата обращения: 23.11.2015.
5. Смердов А. А. Біомедичні вимірювальні перетворювачі : навч. посібник / А.А. Смердов, Є. В. Сторчун. - Львів: Кальварія, 1997. – 112с.
6. Щербань И. В. Измерительно-информационные системы : уч. пособие / И. В. Щербань. – Ростов-на-Дону: ЮФУ, 2008. – 80с.

References

1. DSTU 22-21-23. Elektrody dlia zniattia bioelektrychnykh potensialiv. Terminy i vyznachennia.
2. Fedotov A.A. Matematicheskoe modelirovanie s analiz pogreshnostej izmeritelny'x preobrazovatelej biomedicinskikh signalov / A.A. Fedotov, S.A. Akulov. – M.: Fizmatlit, 2013. – 282 p.
3. Monastyrskiy Z.Ya. Osoblyvosti vzhivannia ukrainskoi metrolohichnoi terminologii v naukovu-tekhnichnii literature ta dokumentatsii / Z.Ya. Monastyrskiy // Hidroenergetyka Ukrainy. – 2010. – №4. – P.55-56.
4. Natsional'ny'j otkry'ty'j institute INTUIT. Lekciya 1: ot prosty'x sensorov – k intellektual'ny'm. Rezhim dostupa : <http://www.intuit.ru/studies/courses/590/446/lecture/9914?page=4>. Data obrashheniya : 23.11.2015.
5. Smerdov A.A.

Рецензія/Peer review : 24.11.2015 р.

Надрукована/Printed :13.12.2015 р.