

**Міністерство освіти і науки України
Українська технологічна академія
Одеська національна академія зв'язку ім. О.С.Попова
Редакція міжнародного науково-технічного журналу "ВОТТП"
Хмельницький національний університет
Редакція наукового журналу "Вісник ХНУ"
Вінницький національний технічний університет
Національний технічний університет України «КПІ»,
Видавництво «Техносфера»
Науково-технічний журнал «Фотоніка»
Томська група відділення Інституту інженерів
по електротехніці і радіоелектроніці ІЕЕЕ**



**ВИМІРЮВАЛЬНА ТА ОБЧИСЛЮВАЛЬНА ТЕХНІКА
В ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСАХ
(ВОТТП_16_2016)**

Матеріали
XVI міжнародної науково-технічної конференції

10 - 15 червня 2016 р. в м. Одеса (Затока)

Одеса 2016

УДК 681.2+004

ББК 32.97

В47

*Рекомендовано до друку рішенням науково-технічної ради
Одеської національної академії зв'язку ім. О.С. Попова
протокол № 9 від 31 травня 2016 р.*

У збірнику надруковані доповіді та матеріали, які були представлені та заслухані на XVI-й міжнародній науково-практичній конференції "Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах", яка відбулася у м. Одеса, 10-15 червня 2016 р.

Доповіді та окремі статті подані в авторській редакції зі збереженням стилю викладу та якості підготовки вихідних матеріалів.

Редакційна колегія:

В.І. Водотовка (Україна, Київ), **В.Б. Дудикевич** (Україна, Львів), **Ж.Е. Желкобаев** (Росія, Москва), **С.М. Злепко** (Україна, Вінниця), **Н.Л. Істоміна** (Росія, Москва), **В.Г. Камбург** (Росія, Пенза), **В.Г. Каплун** (Україна, Хмельницький), **В.А. Каптур** (Україна, Одеса), **В.М. Кичак** (Україна, Вінниця), **С.А. Кравченко** (Росія, Санкт-Петербург), **О.А. Кожемяк** (Росія, Томськ), **В.П. Кожем'яко** (Україна, Вінниця), **В.Т. Кондратов** (Україна, Київ), **В.Д. Косенков** (Україна, Хмельницький), **І.В. Кузьмін** (Україна, Вінниця), **Я.І. Лепіх** (Україна, Одеса), **В.В. Нікулін** (Росія, Саранськ), **А.О. Мельник** (Україна, Львів), **Ю.Ф. Павленко** (Україна, Харків), **С.В. Павлов** (Україна, Вінниця), **О.М. Петренко** (Англія, Лондон), **М.Б. Проценко** (Україна, Одеса), **О.П. Пунченко** (Україна, Одеса), **В.П. Ройзман** (Україна, Хмельницький), **О.Н. Романюк** (Україна, Вінниця), **О.П. Ротштейн** (Ізраїль, Єрусалим), **В.П. Тарасенко** (Україна, Київ), **Ю.М. Туз** (Україна, Київ), **М.М. Сурду** (Україна, Київ), **П.М. Сопрунюк** (Україна, Львів), **О.П. Стахов** (Канада), **Й.І. Стенцель** (Україна, Северодонецьк), **О.В. Стукач** (Росія, Томськ), **М.А. Філінюк** (Україна, Вінниця), **О.Б. Шарпан** (Україна, Київ), **К.Л. Шевченко** (Україна, Київ)

В47

Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах: Матеріали XVI міжнар. наук.-техн. конференції (10-15 червня 2016 р., м. Одеса) ; Одес. нац. акад. зв'язку ім. О.С. Попова. – Одеса–Хмельницький : ХНУ, 2016. – 220 С. (Укр., Рус., Англ.).

ISBN 978-966-330-236-2

Розглянуті проблеми та аспекти використання вимірювальної та обчислювальної техніки в різних галузях економіки та технологічних процесах.

Розраховано на наукових та інженерних працівників, які спеціалізуються в області вивчення цих задач.

УДК 681.2+004

ББК 32.97

ISBN 978-966-330-236-2

© Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах, 2016

© Вісник Хмельницького національного університету, 2016

© Хмельницький національний університет, Україна, 2016

© Одеська національна академія зв'язку ім. О.С. Попова, Україна, 2016

В.В. ПИЛЯВСКИЙ. ВИКОРИСТАННЯ МОДЕЛІ КОЛЬКОРОСПРИЙНЯТТЯ SAM02-UCS ДЛЯ ТВ ВИМІРЮВАНЬ	72
---	----

ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНІ ТА РАДІОТЕХНІЧНІ ВИМІРЮВАННЯ

Н.А. ОДЕГОВ. ПРОБЛЕМЫ ВНЕДРЕНИЯ ЧАСТОТНОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ НЕЙТРАЛЬНОСТИ В УКРАИНЕ	73
D.N. BELIKOV, P.V. KATROSHA, A.A. GRINKO, M.S. KOZUB. MEASUREMENT METHODS OF THE EQUIVALENT ISOTROPIC RADIATED POWER	75
А.В. ЛАЗУКА, І.О. ТІТОВЕЦЬ, М.О. ПАТЛАЄНКО. АНАЛІЗ МЕТОДІВ СТИСНЕННЯ ЗА ДОПОМОГОЮ ДИСКРЕТНО-СИНУСНОГО ПЕРЕТВОРЕННЯ	77
Є.О. ЗАЙЦЕВ. ВПЛИВ НЕРІВНОМІРНОСТІ ДИСКРЕТИЗАЦІЇ НА МЕТРОЛОГІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОРТОГОНАЛЬНИХ ФАЗОВИХ ДЕТЕКТОРІВ ОПТИЧНИХ МОНІТОРИНГОВИХ СИСТЕМ	78
А.О. СЕМЕНОВ. МОДЕЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ АДИТИВНОГО ГАУСІВСЬКОГО ШУМУ НА ДИНАМІЧНІ ПРОЦЕСИ В ТРАНЗИСТОРНОМУ ГЕНЕРАТОРІ ХАОСУ ЗА СХЕМОЮ КОЛПИТЦЯ	79
О.О. ДРЮЧИН, В.І. ОТТ. СТАБІЛІЗАЦІЯ РЕЖИМІВ ЛАЗЕРІВ В ВОЛЗ	82
Г.Г. БОРТНИК, М.В. ВАСИЛЬКІВСЬКИЙ, О.Г. БОРТНИК. СИСТЕМА КОНТРОЛЮ ДИНАМІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ АНАЛОГО-ЦИФРОВИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ	83
А.А. ЯРЕМЕНКО, І.В. ТРОЦИШИН. МЕТОДИ РОЗРАХУНКУ ХАРАКТЕРИСТИК АНТЕННИХ РЕШТОК	84
Н.А. ФИЛИНЮК, Л.Б. ЛИЩИНСКАЯ, Е.В. ВОЙЦЕХОВСКАЯ, В.П. СТАХОВ. АНАЛИЗ ПОМЕХОУСТОЙЧИВОСТИ МОНОИММИТАНСНОГО ЛОГИЧЕСКОГО С-ЭЛЕМЕНТА «И»	86
О.І. ПОЛІКАРОВСЬКИХ, О.П. ВОЙТЮК. РЕКУПЕРАЦІЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ У ЛІФТОВИХ УСТАНОВКАХ	88
О.В. ОСАДЧУК, Л.В. КРИЛИК, М.В. ЄВСЄЄВА, О.О. СЕЛЕЦЬКА. МІКРОЕЛЕКТРОННИЙ ЧАСТОТНИЙ ПЕРЕТВОРЮВАЧ ВОЛОГОСТІ З ЄМНІСНИМ ВОЛОГОЧУТЛИВИМ ЕЛЕМЕНТОМ НА ОСНОВІ СТИБІЙ АБО БІСМУТВІСНИХ ДІОКСИМАТІВ НІКОЛУ (II)	89
І.В. ТРОЦИШИН, Ю.В. СЕНЧИШИНА. БАГАТОЧАСТОТНА ФАЗОВА ПІДПОВЕРХНЕВА РАДІОЛОКАЦІЯ	91
Н.І. ТРОЦИШИНА, І.В. ТРОЦИШИН. ЦАП І АЦП ДЛЯ ОБРОБЛЕННЯ РАДІОСИГНАЛІВ З ПРОГРАМОВАНИМИ ПАРАМЕТРАМИ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЕРЕТВОРЕННЯ	93
Г.Ю. ШОКОТЬКО, І.В. ТРОЦИШИН. МЕТОДЫ ПРАКТИЧЕСКОЙ РЕАЛИЗАЦИИ ИЗМЕРИТЕЛЕЙ ЧАСТОТЫ И ВРЕМЕННЫХ ИНТЕРВАЛОВ	96
В.Р. ЛЮБЧИК, К.Л. ГОРЯЩЕНКО. ПОХИБКИ ФАЗОЧАСТОТНОГО МЕТОДУ	99

ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНІ ТА ОБЧИСЛЮВАЛЬНІ СИСТЕМИ **І КОМПЛЕКСИ В ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСАХ**

Н.И. ЕВТУШЕНКО. «TEMPLATE CREATOR SE» – ГЕНЕРАТОР ШАБЛОНОВ ДЛЯ СОЗДАНИЯ WEB-САЙТОВ	100
А.В. ОСАДЧУК, В.С. ОСАДЧУК, Р.В. КРИНОЧКІН, А.С. ЗВЯГІН, Я.А. ОСАДЧУК. ИЗМЕРИТЕЛЬНО-ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА МОНИТОРИНГА МОЩНЫХ МАСЛОПОЛНЕННЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК	101
О.В. АЛЕКСАШИН, К.Л. ШЕВЧЕНКО, В.В. ГОРКУН, Х.І. НАСАДИК. ВИКОРИСТАННЯ КОМУТАЦІЙНО-МОДУЛЯЦІЙНИХ ПЕРЕТВОРЕНЬ В СИСТЕМАХ АВТОМАТИЧНОГО РЕГУЛЮВАННЯ	105
Г.Г. СМАГЛЮК, Г.Д. БРАТЧЕНКО. МОДЕЛЮВАННЯ РОЗПІЗНАВАННЯ ПОВІТРЯНИХ ЦІЛЕЙ НА НОСОВИХ ТА БІЧНИХ РАКУРСАХ В РЛС З АДАПТИВНОЮ АНТЕННОЮ РЕШТКОЮ	108
А.Ю. КІТ, В.А. МЕЛЬНИК. ПІДХІД ДО РОЗПОДІЛУ ОБЧИСЛЮВАЛЬНОГО НАВАНТАЖЕННЯ В ГЕТЕРОГЕННИХ КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМАХ З ВИКОРИСТАННЯМ СТРУКТУРНОЇ МАТРИЦІ	110
В.М. ЄВЛАНОВ, С.І. АЗАРОВ. АНАЛІЗ МЕТОДІВ І АЛГОРИТМІВ, ЩО ВИКОРИСТОВУЮТЬСЯ ПРИ ОЦІНКАХ ЕФЕКТИВНОСТІ СФЗ ТА КОНТРОЛЮ АВАРІЙНИХ ПРОЦЕСІВ	113
В.М. КИЧАК, В.Д. ТРОМСЮК. ДОСЛІДЖЕННЯ РОЗДІЛЬНОЇ ЗДАТНОСТІ КОРЕЛЯЦІЙНОГО І ПОЗИЦІЙНОГО МЕТОДІВ	115
В.А. ВЫШИНСКИЙ, А.Ю. КОНОНЕНКО, А.В. СЛЕПЕЦ. РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ РАСПАРАЛЛЕЛИВАНИЯ ВЫЧИСЛЕНИЙ В КОМПЬЮТЕРЕ	117
В.Д. ДМИТРИЕНКО, С.Ю. ЛЕОНОВ, А.Ю. ЗАКОВОРОТНЫЙ, Г.В. ГЕЙКО. СТАБИЛЬНО- ПЛАСТИЧНЫЕ НЕЙРОННЫЕ СЕТИ, ИСПОЛЬЗУЮЩИЕ РАССТОЯНИЕ ХЕММИНГА	119

О.В. АЛЕКСАШИН

Одесская национальная академия пищевых технологий

К.Л. ШЕВЧЕНКО

Национальный технический университет Украины "КПИ"

В.В. ГОРКУН, Х.І. НАСАДИК

Київський національний університет технологій та дизайну
autom1@meta.ua

ВИКОРИСТАННЯ КОМУТАЦІЙНО-МОДУЛЯЦІЙНИХ ПЕРЕТВОРЕНЬ В СИСТЕМАХ АВТОМАТИЧНОГО РЕГУЛЮВАННЯ

Розглянуті переваги використання комутаційно-модуляційних перетворень в системах автоматичного регулювання технологічних процесів. Показано можливість мінімізації адитивних та мультиплікативних складових похибки регулювання.

Ключові слова: автоматичне регулювання, технологічний процес, комутаційно-модуляційні перетворення, похибка вимірювань

O.V. ALEKSASHYN

Odesa National Academy of Food Technologies

K.L. SHEVCHENKO

National Technical University of Ukraine "KPI"

V.V. GORKUN, H.I. NASADYK

Kyiv National University of Technology and Design
autom1@meta.ua

USED SWITCHING-MODULATION CHANGES AUTOMATIC CONTROL SYSTEM

Annotation - the advantages of switching-modulation changes in the systems of automatic control of technological processes are considered. The possibility of minimizing additive and multiplicative component errors regulation.

Keywords: automatic control, process, modulation switching, conversion, measurement error.

Точність автоматичного регулювання параметрів технологічних процесів, зокрема, при виробництві комбікормів, зернопереробній промисловості, визначається достовірністю контролю цих параметрів [1]. При технологічному контролі оцінюється відповідність поточних значень параметрів технологічного процесу заданому регламенту, який встановлює допустимі відхилення регульованих параметрів від їх номінальних значень [2]. В процесі перетворення технологічних параметрів (ТП) в електричні сигнали, зручні для порівняння з уставками, неминуче виникають похибки, які за характером виникнення є систематичними і випадковими.

Виходячи з нормативних документів і цільового призначення технологічного процесу задається допустиме відхилення ТП у вигляді граничних значень:

$$X_H < X < X_B,$$

де X - поточне значення ТП; X_H - нижнє значення ТП; X_B - верхнє значення ТП.

Через похибки виміру ТП у формуванні регулюючих дій на хід технологічного процесу виникають помилки першого і другого роду. При помилках першого роду формується помилкова регулююча дія, коли поточне значення ТП задовольняє нерівності. Помилки другого роду приводять до того, що регулююча дія відсутня при виході ТП за межі допуску. Вірогідність формування помилкових регулюючих дій представляється як:

$$P_{ош} = P_x - P_n,$$

де P_x - вірогідність того, що ТП вийшов за межі допуску і формується помилкова регулююча дія; P_n - вірогідність того, що ТП вийшов за межі допуску, а регулююча дія відсутня.

Достовірність технологічного контролю оцінюється виразом:

$$D = 1 - P_{ош} = 1 - P_x - P_n.$$

Найбільшою мірою достовірність технологічного контролю знижує прогресуюча складова систематичної похибки, яка має дрейфовий характер і не може бути виключена попереднім калібруванням вимірювального каналу і системи автоматичного регулювання (рис. 1, а). Вимірювальні перетворювачі 2, 3, 4 і 5, які утворюють канал, схильні до як зовнішніх, так і до внутрішніх дестабілізуючих впливів. Так, зміна температури, вологості, тиску довкілля неминуче змінює номінальні параметри вимірювальних перетворювачів, особливо первинних перетворювачів – сенсорів ТП. В результаті вихідний сигнал вимірювального каналу:

$$y = S(1 + \gamma)(x + \Delta x),$$

де S - номінальна крутість перетворення каналу; γ - сумарна відносна мультиплікативна похибка

перетворення; Δx - сумарна абсолютна адитивна похибка, приведена до входу вимірювального каналу.

Зменшити вплив зовнішніх чинників на перетворювальну характеристику вимірювального каналу 1 можна переходом на двоканальну схему (рис. 1,б), в якому уставка задається зразковою фізичною величиною x_0 (нормою), однорідною з контрольованим параметром x . Оскільки зовнішні впливи в однаковій мірі змінюють параметри перетворювальних ланок в обох каналах, їх вплив на результат порівняння в схемі 1,б виключається. Проте, виконати двоканальну схему на повністю ідентичних елементах (2 і 2', 3 і 3' і так далі) практично неможливо через впливи внутрішніх дестабілізуючих чинників.

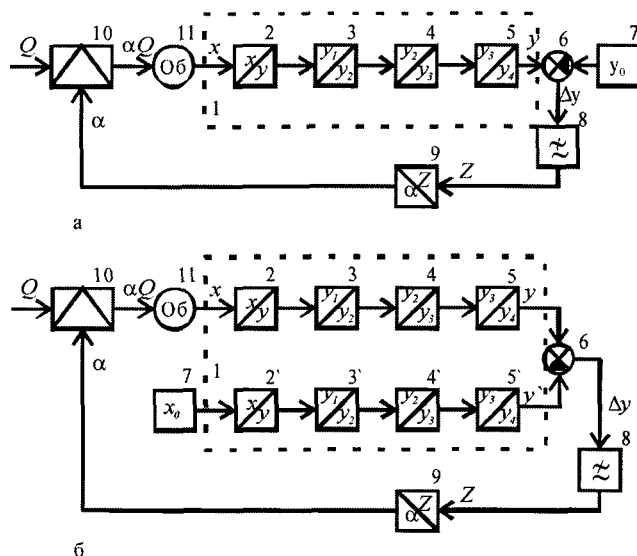


Рис. 1. Схема технологічного контролю з одночасним одноканальним (а) і двоканальним (б) порівнянням регульованого параметра з уставкою.

Перспективним шляхом відділення інформативної різниці від перешкод, що повільно змінюються, є перетворення результату порівняння в періодичний сигнал відносно високої частоти методом періодичного порівняння. В цьому випадку навіть при малоінерційному фільтрі нижніх частот 6 можна достовірно виділити інформативну різницю (рис. 2).

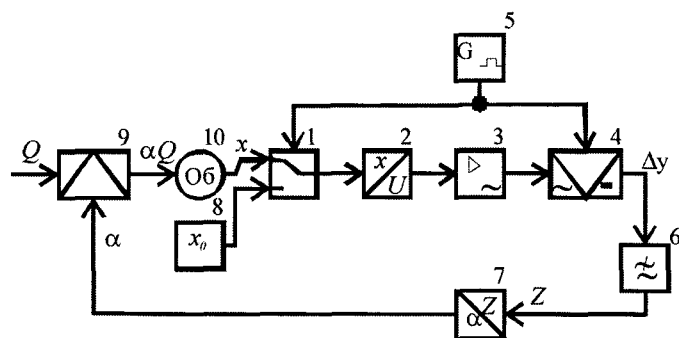


Рис. 2. Схема технологічного контролю з періодичним порівнянням регульованого параметра з нормою.

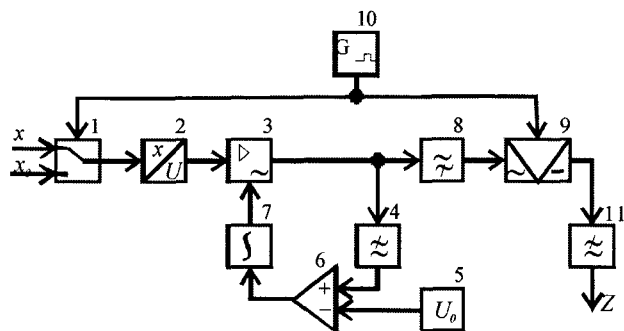


Рис. 3. Схема періодичного порівняння з керованим масштабним підсилювачем.

Подальше підвищення достовірності контролю в межах всього допуску за наявності як Δx , так і γ , можливо при автоматичному виключенні впливу не лише адитивної, але і мультиплікативної складової

похибки. Одним зі шляхів є використання в каналі періодичного порівняння керованого масштабного підсилювача (рис. 3)

Регулююча дія не залежить ні від адитивної, ні від мультиплікативної складових похибки вимірювального каналу. Завдяки цьому забезпечується висока достовірність контролю.

Методичні похибки, що виникають через зневагу адитивною похибкою, можна зменшити і навіть повністю виключити у вимірювальних каналах з самоналагодженням або автоматичною корекцією [4, 5]. Питання проектування вимірювальних каналів періодичного порівняння з прямим і врівноважуючим перетворенням розглянуті в роботах [3, 6 - 8]. Використанню конкретних типів сенсорів з комутаційно-модуляційною обробкою інформаційних сигналів широкого частотного діапазону присвячені роботи [9, 10].

Побудова вимірювальних каналів з періодичним порівнянням вимірюваної величини (технологічного параметра) із зразковою величиною (уставкою) вирішує значною мірою проблему підвищення достовірності контролю різних процесів на тлі прогресуючих (дрейфових) похибок сенсорів і інших вимірювальних перетворювачів.

Література

1. Орнатский П.П. Теоретические основы информационно-измерительной техники. – К: Вища школа, 1983. – 455 с.
2. Скрипник Ю.А., Дубровний В.А., Танюк Б.А. Контроль параметров технологических процессов в легкой промышленности. – К.: «Техніка», 1980. – 239 с.
3. Орнатский П.П., Скрипник Ю.А., Скрипник В.И. Измерительные приборы периодического сравнения. – М.: «Энергия», 1975. – 232 с.
4. Скрипник Ю.А. Коммутационные цифровые измерительные приборы. – М.: Изд. «Энергия», 1973. – 136 с.
5. Таланчук П.М., Скрипник Ю.О., Дубровний В.О. Засоби вимірювання в автоматичних та керуючих системах. – К.: Вид. „Райдуга”, 1994. – 658 с.
6. Таланчук П.М., Скрипник Ю.О., Дубровний В.О. Високоточні засоби вимірювання фізичних величин із самоналагодженням і автокорекцією похибок. – К.: Вид. ІЗМН, 1996. – 672 с.
7. Скрипник Ю.О., Присенко М.А., Дубровний В.О. Проектування засобів вимірювання з періодичним порівнянням. Книга третя. Вимірювання із зрівноважуючим перетворенням.: Навч. Посібник. – Київ: КНУТД, 2008. – 267 с.
8. Головка Д.Б., Скрипник Ю.О., Шевченко К.Л. Частотно-дисперсійні аналізатори складу та властивостей матеріалів. – Київ: МП Леся, 2002. – 179 с.
9. Скрипник Ю.О., Шевченко К.Л., Іпатов В.А. Розширення функціональних можливостей мостових схем з комутаційно-модуляційним перетворенням. // Вісник КНУТД, № 2(34), 2007. С. 41-44.
10. Патент України № 43418. Модуляційний гетеродинний радіометр. Скрипник Ю.О., Шевченко К.Л., Ваганов О.А. Бюл. №15 від 10.08.2009 р.

References

1. Ornatysky P. P., Theoreticheskiye osnovy izmerytelno-informacionnoy tekhniki. - Kyiv: Vyscha Shkola, 1983. - 455 p.
2. Skrypnyk Y. A., Dubrovniy V. A., Tanyuk B. A. Kontrol parametrov tehnolohycheskyh processov v legkoy promyshlennosti. - Kyiv: «Technika», 1980. - 239 p.
3. Ornatysky P. P., Skrypnyk Y. A., Skripnik V. I. Izmeritelnye pribory periodicheskogo sravneniya. - Moskva: Publishing. "Energia", 1975. - 232 p.
4. Skrypnyk Y. A. Kommutatsyonnye tsyfrovye izmerytelnye pribory. – Moskva: "Energia", 1973. – 136 p.
5. Talanchuk P. M., Skrypnyk Y. O., Dubrovniy V. A. Zasoby bymiruvannya v avtomatychnyh ta keryuchyh systemah. - Kyiv: "Raydyga", 1994. - 658 p.
6. Talanchuk P. M., Skrypnyk Y. O., Dubrovniy V. A. Vysokotochni zasoby vymiruvannya physychnykh velychin iz samonalahodzhenniam i autokorektsieyu pohybok. - Kyiv: IZMN, 1996. - 672 p.
7. Skrypnyk Y. O., Prysenko M.A., Dubrovniy V. A. Proektuvannya zasobiv vymiruvannya z periodychnym porivnanniam. Vymiruvannya iz zrivnovazhuuyuchym peretvorenniam. - Kyiv: KNUITD, 2008. - 267 p.
8. Golovko D. B., Skrypnyk Y. O., Shevchenko K. L. Castotno-dyspersiyni analizatory skladu ta vlastyvostey materialiv. - Kyiv: "MP Lesya", 2002. - 179 p.
9. Skrypnyk Y. O., Shevchenko K. L., Ipatov V. A. Rozshyrennia funktsionalnykh mozhlyvostey mostovykh shem z komutatsiynno-moduliatsiynym peretvorenniam. // Visnyk KNUITD, № 2 (34), 2007. P. 41-44.
10. Patent Ukrainy № 43418. Modulatsiyniy heterodinniyy radiometer. Skrypnyk Y. O., Shevchenko K. L., Vaganov O. A. Bull. №1 5, 10.08.2009 r.