

Науковий журнал

**1.2010**

---

# **ВІСНИК**

**Хмельницького  
національного  
університету**

---

**Технічні науки**

**Хмельницький 2010**

# ВІСНИК

## Хмельницького національного університету

Затверджений як фахове видання  
Постановою президії ВАК України від 19.01.2006 № 2-05/1  
(бюлетень ВАК України № 2 від 2006 р.)

*Засновано в липні 1997 р.*

*Виходить 6 разів на рік*

---

### Хмельницький, 2010, № 1 (144)

---

**Засновник і видавець:** Хмельницький національний університет  
(до 2005 р. – Технологічний університет Поділля, м. Хмельницький)

<b>Головний редактор</b>	<b>Скиба М. Є.</b> , заслужений працівник народної освіти України, д. т. н., професор, академік МАІ, академік УТА, ректор Хмельницького національного університету
<b>Заступник головного редактора</b>	<b>Параска Г. Б.</b> , д. т. н., професор, проректор Хмельницького національного університету
<b>Голова редакційної колегії</b>	<b>Шинкарук О. М.</b> , д. т. н., професор, завідувач кафедри радіотехніки та зв'язку Хмельницького національного університету
<b>Відповідальний секретар</b>	<b>Гуляєва В. О.</b> , завідувач відділом інтелектуальної власності Хмельницького національного університету

#### Ч л е н и р е д к о л е г і ї

##### *Технічні науки*

к.т.н. Баннова І.М., д.т.н. Гладкий Я.М., к.т.н. Домбровський А.Б., к.т.н. Драпак Г.М., д.т.н. Диха О.В., д.т.н. Калда Г.С., д.ф-м.н. Качурик І.І., д.т.н. Кіницький Я.Т., д.т.н. Ковтун В.В., д.т.н. Костогриз С.Г., д.т.н. Кострицький В.В., д.т.н. Кузьменко А.Г., д.т.н. Локазюк В.М., д.т.н. Либа В.П., д.т.н. Мазур М.П., к.т.н. Мандзюк І.А., д.т.н. Мясичев О.А., д.т.н. Олександренко В.П., д.т.н. Пастух І.М., д.т.н. Поморова О.В., д.т.н. Ройзман В.П., д.т.н. Рудницький В.Б., д.т.н. Сарібеков Г.С., д.т.н. Сілін Р.І., д.т.н. Семенюк М.Ф., д.т.н. Славинська А.Л., д.т.н. Стечишин М.С., к.т.н. Троцишин І.В., д.т.н. Шалапко Ю.І., д.т.н. Шевеля В.В.

*Технічний редактор* Горященко К. Л., к. т. н.

*Редактор-коректор* Броженко В. О.

**Рекомендовано до друку рішенням вченої ради Хмельницького національного університету,  
протокол № 5 від 27.01.2010 р.**

**Адреса редакції:** редакція журналу "Вісник Хмельницького національного університету"  
Хмельницький національний університет  
вул. Інститутська, 11,  
м. Хмельницький  
Україна, 29016

( (038-22) 2-51-08  
e-mail: vagvestnik@rambler.ru  
patent\_1@beta.tup.km.ua

web: <http://visniktup.narod.ru>  
<http://vestnik.ho.com.ua>  
[http://library.tup.km.ua/visnyk\\_tup.htm](http://library.tup.km.ua/visnyk_tup.htm)

Зареєстровано Міністерством України у справах преси та інформації.  
Свідоцтво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації  
Серія КВ № 9722 від 29 березня 2005 року (перереєстровано)  
Бюлетень ВАК №2, 2006

© Хмельницький національний університет, 2010  
© Редакція журналу "Вісник Хмельницького національного університету", 2010

## ЗМІСТ

## МАШИНОЗНАВСТВО ТА ОБРОБКА МАТЕРІАЛІВ В МАШИНОБУДУВАННІ

<b>В.В. КОВТУН</b> НАПРУЖЕННЯ ПО ПОТЕНЦІАЛЬНИХ ПЛОЩИНКАХ КОВЗАННЯ У СИПКОМУ СЕРЕДОВИЩІ .....	7
<b>А.І. ГОРДСЄВ</b> РОЗВИТОК НАУКОВИХ ОСНОВ ПРОЕКТУВАННЯ ВІБРАЦІЙНОГО ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ЗМІНИ ВЛАСТИВОСТЕЙ ВОДИ ТА ЇЇ ЗНЕЗАРАЖУВАННЯ .....	12
<b>В.Н. КОРЕНЬКОВ, В.А. ПАСЕЧНИК, А.А. СУБИН</b> АВТОМАТИЗОВАНИЙ СИНТЕЗ МНОЖЕСТВА ТЕХНОЛОГІЧЕСКИ ЦЕЛЕСООБРАЗНЫХ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ СБОРКИ ИЗДЕЛИЙ МАШИНОСТРОЕНИЯ .....	20
<b>В.С. ПАВЛОВ</b> ВИЗНАЧЕННЯ КОЕФІЦІЄНТА ЗАПАСУ ПРИ ВИКОРИСТАННІ КРИТЕРІЮ НАЙБІЛЬШОГО ДОТИЧНОГО НАПРУЖЕННЯ .....	25
<b>П.Г. КАПУСТЕНСЬКИЙ, Е.А. МАНЗЮК</b> РОЗРОБКА ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИХ СИСТЕМ ВИМІРЮВАННЯ ДИНАМІЧНИХ ТА СТАТИЧНИХ НАТЯГІВ НИТКИ .....	31
<b>Л.В. ПРИСЯЖНИЙ, О.Д. КАЗМІРЧУК, К.В. ЛІСТВІН</b> СУЧАСНИЙ СТАН ОБЛАДНАННЯ ТА ТЕХНОЛОГІЇ ДЛЯ ГАРЯЧОГО ФОРМУВАННЯ СЛІДУ ВЗУТТЯ .....	35
<b>Д.М. БАРАНОВСЬКИЙ</b> МАТЕМАТИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ОПТИМАЛЬНИХ ТЕРМІНІВ ПРОВЕДЕННЯ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ТА РЕМОНТІВ ДИЗЕЛІВ .....	40
<b>О.О. ОВЧИННИКОВ</b> ВИЗНАЧЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЗАЧЕПЛЕННЯ ЗУБЦІВ ПАСА І ШКІВА НАПІВКОЛОВОГО ПРОФІЛЮ .....	44
<b>В.С. КУРСКОЙ, І.М. ПАСТУХ</b> МЕТОДИКА ІДЕНТИФІКАЦІЇ ПОВЕРХОНЬ ФРЕТИНГ-КОНТАКТУ .....	47
<b>А.М. ДАВИДОВ, М.В. ЛУК'ЯНЮК, І.М. ПАСТУХ</b> АПАРАТНА РЕАЛІЗАЦІЯ РЕЖИМУ АЗОТУВАННЯ В ЦИКЛІЧНО КОМУТОВАНОМУ ТЛЮЧОМУ РОЗРЯДІ ..	50

## РАДІОТЕХНІКА, ЕЛЕКТРОНІКА ТА ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЇ

<b>О.В. ПОМОРОВА, Т.О. ГОВОРУЩЕНКО, С.Я. ТАРАСЕК</b> АНАЛІЗ ТА ОПРАЦЮВАННЯ МЕТРИК ЯКОСТІ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НА ЕТАПІ ПРОЕКТУВАННЯ .....	54
<b>В.М. ЛОКАЗЮК, Т.О. ГОВОРУЩЕНКО, С.А. СОЛУК</b> МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ ПІДВИЩЕННЯ ДОСТОВІРНОСТІ ПРОЦЕСУ ТЕСТУВАННЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ .....	63
<b>В.Т. КОНДРАТОВ</b> ДОКАЗАТЕЛЬСТВА ФУНДАМЕНТАЛЬНОСТИ ФИЗИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ ИЗБЫТОЧНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ .....	71
<b>І.В. ДРАЧ, І.О. ФУРСЄВ</b> ДИСКРЕТНА ДИНАМІЧНА ІМІТАЦІЙНА МОДЕЛЬ МІЖСОБИСТІСНИХ ВЗАЄМИН ВІДНОСНО УСТАНОВКИ ТЕМПЕРАМЕНТУ .....	85
<b>О.Б. ОЗАДОВСЬКИЙ</b> МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ПРОЦЕСУ ПРИБЮЮ ПРИ ФОРМУВАННІ БАГАТОШАРОВИХ ТЕХНІЧНИХ ТКАНИН .....	90
<b>Т.В. ГУМЕНЮК, В.Б. КРОПИВНИЦЬКА, Д.О. ТКАЧІВСЬКИЙ</b> МЕТОД ІДЕНТИФІКАЦІЇ СТАНІВ БУРОВОЇ УСТАНОВКИ .....	94

<b>С.М. ЛИСЕНКО, А.П. ГОНТАР, А.С. ШЕВЦОВ</b> РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РЕАЛІЗАЦІЇ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО МЕТОДУ ПОШУКУ ТРОЯНСЬКИХ ПРОГРАМ В ПЕРСОНАЛЬНИХ КОМП'ЮТЕРАХ .....	98
<b>О.А. ПАСТУХ</b> ЧИСЕЛЬНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРЕДСТАВЛЕННЯ ГРАФІВ З НЕЧІТКИМИ МІТКАМИ В КВАНТОВИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ .....	105
<b>Н.Г ШИРМОВСЬКА, Н.Б.ГОЛЕМБІЙОВСЬКА, Г.Я ШИРМОВСЬКИЙ, В.В.ЖУРАКІВСЬКИЙ</b> РОЗРОБКА АЛГОРИТМІВ ВИЯВЛЕННЯ І ВИПРАВЛЕННЯ ПОМИЛОК ПРИ КОДУВАННІ-ДЕКОДУВАННІ ПОВІДОМЛЕНЬ НА ПІДПРИЄМСТВАХ НАФТОГАЗОВОГО КОМПЛЕКСУ .....	109
<b>Н.Г ШИРМОВСЬКА, К.Г ШИРМОВСЬКА</b> ЕКСПЕРТНА СИСТЕМА ДІАГНОСТУВАННЯ ГАЗОПЕРЕКАЧУВАЛЬНОГО АГРЕГАТУ ЗА ПАРАМЕТРАМИ ВІБРАЦІЇ .....	114
<b>А.О. МЕЛЬНИК, І.Д. ЯКОВЛЄВА</b> ПОБУДОВА СТРУКТУРНОЇ МАТРИЦІ ПОТОКОВОГО ГРАФА АЛГОРИТМУ З ЙОГО ОПИСУ НА РІВНІ ТРИАД .....	118
<b>С.В. МОСТОВИЙ, О.Л. КОВТУН, І.В. ПРОКОПИШЕН</b> МЕТОД ТА ЗАСОБИ ПРОГНОЗУВАННЯ СТАНУ ВЗАСМОВЛОКУВАННЯ ПРОЦЕСІВ В ПЕРСОНАЛЬНОМУ КОМП'ЮТЕРІ .....	123
<b>В.В. СЛАВІН</b> АНАЛІЗ МЕТОДІВ ВІДНОВЛЕННЯ ТУРБОКОМПРЕСОРІВ .....	128
<b>О.В. ГУТАК</b> МОДЕЛЮВАННЯ ФУНКЦІЇ МЕТИ ДЛЯ СИСТЕМИ АДАПТИВНОГО ОПТИМАЛЬНОГО КЕРУВАННЯ ПРОЦЕСОМ БУРІННЯ НАФТОВИХ І ГАЗОВИХ СВЕРДЛОВИН ДОЛОТАМИ НОВОГО ПОКОЛІННЯ .....	133
<b>В.Т. КОНДРАТОВ</b> ТЕОРИЯ ИЗБЫТОЧНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ: ОСНОВНЫЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ОПЕРАЦИИ .....	140
<b>Р.П. ГРАФОВ, Р.О. ЛАДУНЕЦ, С.О. ШЕПАРСКИЙ</b> РАЗРАБОТКА МЕТОДА ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ НА ОСНОВЕ НЕЧЕТКОГО ЛОГИЧЕСКОГО ВЫВОДА И ЗНАНИЙ ЭКСПЕРТА .....	156
<b>Р.П. ГРАФОВ, Д.М. ПИЛЯВЕЦ</b> ПРИНЯТИЕ ГРУППОВОГО РЕШЕНИЯ НА ОСНОВЕ ВЕРОЯТНОСТНОЙ ОЦЕНКИ МЕРЫ СОГЛАСИЯ ЭКСПЕРТОВ .....	162
<b>В.В. РОМАНЮК</b> ПРОГРАМНА МАТЛАВ-ФУНКЦІЯ НА ОСНОВІ ТРЬОХ ПРОГРАМНИХ МОДУЛІВ ДЛЯ ПРАКТИЧНОЇ АДАПТАЦІЇ ДИСКРЕТНОЇ БЕЗШУМНОЇ ДУЕЛІ З КОСОСИМЕТРИЧНИМ ЯДРОМ НА ПРАВИЛЬНІЙ РЕШІТЦІ ОДИНИЧНОГО КВАДРАТА З НЕЛІНІЙНИМИ ФУНКЦІЯМИ ВЛУЧНОСТІ .....	167
<b>В.М. ЛОКАЗЮК, В.Ю. ТІТОВА, Д.А. АНДРІЄВСЬКИЙ</b> МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ЗАДАЧІ РОЗПІЗНАВАННЯ СИТУАЦІЙ ВЕЛИКИХ РОЗМІРНОСТЕЙ ДЛЯ ОПЕРАТИВНО-ЧЕРГОВИХ СЛУЖБ ОРГАНІВ ВНУТРІШНІХ СПРАВ .....	175
<b>В.М. ЛОКАЗЮК, В.Ю. ТІТОВА, О.А. КОЗЛЮК</b> НЕЙРОМЕРЕЖНИЙ МЕТОД ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РІШЕНЬ В СИСТЕМІ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ДЛЯ ОПЕРАТИВНО-ЧЕРГОВИХ СЛУЖБ .....	179
<b>Я.В. ЛИТВИНЕНКО, С.А. ЛУПЕНКО, А.С. СВЕРСТЮК</b> ДІАГНОСТИЧНІ ОЗНАКИ В КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМАХ ДІАГНОСТИКИ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО СТАНУ СЕРЦЕВО-СУДИННОЇ СИСТЕМИ ЛЮДИНИ .....	182
<b>О.М. БЕРЕЗЬКИЙ, Г.М. МЕЛЬНИК, Ю.М. БАТЬКО</b> МЕТОДИ СЕГМЕНТАЦІЇ БІОМЕДИЧНИХ ЗОБРАЖЕНЬ .....	188
<b>Я.І. ЗАЯЧУК</b> КОМП'ЮТЕРНА СИСТЕМА ОПТИМАЛЬНОГО КЕРУВАННЯ РОБОТОЮ ВІДЦЕНТРОВИХ НАГНІТАЧІВ ПРИРОДНОГО ГАЗУ .....	196

<b>Д.Д. ПЕЛЕСЬКО, Н.О. КУСТРА, З.Я. ШПАК</b> МАЙЖЕ ФАКТОРИЗАЦІЯ ГЛІБЕРТОВОГО ПРОСТОРУ НА ОСНОВІ МЕТРИКИ ФРОБЕНІУСА ДЛЯ ВИРШЕННЯ ДЕЯКИХ ЗАДАЧ ОБРОБКИ ЗОБРАЖЕНЬ .....	201
<b>В.Р. ЛЮБЧИК, М.В. МИКОЛЮК</b> ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОХОДЖЕННЯ ГАРМОНІЙНИХ СИГНАЛІВ В ДОВГІЙ ЛІНІЇ ЗА НАЯВНОСТІ АКТИВНОГО І РЕАКТИВНОГО НАВАНТАЖЕНЬ В РІЗНИХ ТОЧКАХ ЛІНІЇ .....	208
<b>В.М. КИЧАК, С.О. ЯНОВИЦЬКИЙ</b> АНАЛІЗ МЕТОДИЧНОЇ ПОХИБКИ ВИЗНАЧЕННЯ ЧАСОВОГО КРИТЕРІЮ НЕБЕЗПЕКИ В БОРТОВИХ СИСТЕМАХ ПОПЕРЕДЖЕННЯ ЗІТКНЕНЬ ЛІТАКІВ У ПОВІТРІ .....	212
<b>А.А. ШИЯН, Ю.А. ШУЛЛЄ</b> МЕТОД ОЦІНЮВАННЯ ТА ІДЕНТИФІКАЦІЇ ХАРАКТЕРИСТИК І ВИСОКОАМПЛІТУДНИХ ВІДХИЛЕНЬ ЕЛЕКТРИЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИХ КОМПЛЕКСІВ .....	215
<b>Р.М. ДІДКОВСЬКИЙ, С.С. ГУЗНІН</b> ТЕОРЕТИЧНЕ ТА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАВАДОСТІЙКОСТІ СИСТЕМИ НА ОСНОВІ КОРЕЛЯЦІЙНОЇ ХАОТИЧНОЇ МОДУЛЯЦІЇ З ДОДАВАННЯМ ОРТОГОНАЛІЗОВАНОЇ ЗАТРИМАНОЇ КОМПОНЕНТИ .....	217
<b>ТЕХНОЛОГІЇ ХАРЧОВОЇ ТА ЛЕГКОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ</b>	
<b>Г.С. ЛОБАНОВА, В.П. ЛИБА</b> ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА УДОСКОНАЛЕНОЇ ТА ДІУЧОЇ НА ПІДПРИЄМСТВАХ ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ СПЕЦІАЛЬНОГО ВЗУТТЯ .....	225
<b>А.Г. ДАНИЛКОВИЧ, А.С. БРАЇЛКО, Н.В. ОМЕЛЬЧЕНКО</b> ВЛАСТИВОСТІ НІТРОЦЕЛЮЛОЗНИХ ПЛІВОК МОДИФІКОВАНИХ АЛКІЛКАРБОКСИЕТАНОЛАМІНОМ .....	231
<b>Л.В. БУХАНЦОВА, А.А. МИЧКО</b> АНТРОПОМЕТРИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ОПОРНОЇ ПОВЕРХНІ ГОЛОВИ .....	234
<b>О.І. МЕДВЕДЄВ, Р.В. РОСУЛ, В.П. ЛИБА</b> РОБОТА ГНУЧКОГО СИЛОВОГО ЕЛЕМЕНТУ ПРИ ФОРМУВАННІ ВЕРХУ ВЗУТТЯ МЕТОДОМ ШНУРОВОЇ ЗАТЯЖКИ .....	238
<b>Л.В. НАЗАРЧУК</b> АНАЛІЗ ВІКОВОЇ ДИНАМІКИ МІНЛИВОСТІ РОЗМІРНИХ ОЗНАК, ЩО ВИЗНАЧАЮТЬ ВЕЛИЧИНУ ТРАНСФОРМУЮЧИХ ДЕТАЛЕЙ ОДЯГУ ДЛЯ ДІТЕЙ МОЛОДШОГО ШКІЛЬНОГО ВІКУ .....	241
<b>Т.Г. ШАРАН, Н.В. ПРОШИНА, В.Й. РОКИЦЬКА</b> ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПОЛІМЕРНОГО ПОКРИТТЯ НА ВЛАСТИВОСТІ МАТЕРІАЛІВ .....	244
<b>О.І. ПЕРЕДРІЙ</b> СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ ТЕМПЕРАТУРО- І ВОГНЕСТІЙКИХ ЗАХИСНИХ ПОКРИТТІВ НА ОСНОВІ НАПОВНЕНИХ СИЛІЦІЕЛЕМЕНТООРГАНІЧНИХ СПОЛУК .....	248
<b>В.П. КОНОВАЛ, Н.М. ОМЕЛЬЧЕНКО, В.П. КЕРНЕСИ</b> АНТРОПОМЕТРИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ СТОП ДІТЕЙ 15-16 РОКІВ ПІВНІЧНОГО РЕГІОНУ УКРАЇНИ .....	251
<b>І.Г. БРЮХОВА, Л.І. ТЕБЛЯШКІНА, І.О. ТКАЧЕНКО</b> ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ВИДАЛЕННЯ ВОДОРОЗЧИННИХ ЗАБРУДНЕНЬ З ТЕКСТИЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ (ПОВІДОМЛЕННЯ 1) .....	255
<b>В.В. ГЕРАСИМОВ, Л.В. ЛЕГЕНЬКА</b> ВИЗНАЧЕННЯ ЕКОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ВІЙСЬКОВОГО КАМУФЛЯЖУ З ВРАХУВАННЯМ ВИМОГ МІЖНАРОДНИХ СТАНДАРТІВ .....	259
<b>В.А. ЕВДОКИМОВА, М.Л. КУЛИГІН</b> РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГІЇ БЕССИЛІКАТНОГО НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОГО ПЕРОКСИДНОГО БЕЛЕННЯ ЦЕЛЮЛОЗОСОДЕРЖАЩИХ ТЕКСТИЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ .....	263
<b>А.Я. ГАНЗЮК, Ю.О. ЯСИНОВИЧ</b> ДОСЛІДЖЕННЯ АДСОРБЦІЙНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ САПОНІТУ, МОДИФІКОВАНОГО КАТІОНАМИ БАГАТОВАЛЕНТНИХ МЕТАЛІВ .....	266

<b>О.В. МІЩЕНКО, А.Л. СЛАВІНСЬКА</b> ДОСЛІДЖЕННЯ ЗМІННОСТІ ПАРАМЕТРІВ ОСНОВ КОНСТРУКЦІЙ ЖІНОЧОГО ПЛЕЧОВОГО ОДЯГУ ПРИ СИЛУЕТНІЙ ТРАНСФОРМАЦІЇ .....	271
<b>О.В. ПАХОЛЮК, С.В. ЯГЕЛЮК</b> ВПЛИВ ТЕХНОЛОГІЇ ФАРБУВАННЯ ЛЬОНОВІСНИХ ПЛАТТЯНО-СОРОЧКОВИХ ТКАНИН НА ЇХ СВІТЛОСТІЙКІСТЬ .....	275
<b>Т.А. НАДОПТА</b> АНАТОМО-МОРФО-ФУНКЦІОНАЛЬНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ РАЦІОНАЛЬНОЇ КОНСТРУКЦІЇ ВЕРХУ ВЗУТТЯ З НИЗЬКИМ КАБЛУКОМ .....	283
<b>Н.Г. КОЛЯДЕНКО, С.М. ЛОЗІНСЬКА</b> РОЗРОБКА МЕТОДИКИ І УСТАТКУВАННЯ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ КРІОЗАХИСНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПАКЕТІВ СПЕЦІАЛЬНОГО ОДЯГУ .....	287
<b>В.І. КОНДРАТІЮК</b> АНАЛІЗ ЕНЕРГОЄМКОСТІ ДОБУТКУ БЛОКІВ ПРИРОДНОГО КАМІННЯ .....	290

апаратів в бортових радіотехнічних системах // «Сучасні проблеми радіоелектроніки, телекомунікацій та приладобудування» (СПРТП-2009). Матеріали доповідей IV Міжнародної науково-технічної конференції. М. Вінниця, 10 жовтня 2009р.с.66

3. Колчинский В.Е., Мандуровский И.А., Константиновский М.И. Допплеровские устройства и системы навигации. – М.: Сов. радио, 1975. – 343 с.

4. Одинцов В.А. Радионавигация летательных аппаратов. – М.: Машиностроение, 1968. – 280 с.

Надійшла 6.12.2009 р.

УДК 622.271.001: 621.311.1

А.А. ШИЯН, Ю.А. ШУЛЛЄ  
Вінницький національний технічний університет

## МЕТОД ОЦІНЮВАННЯ ТА ІДЕНТИФІКАЦІЇ ХАРАКТЕРИСТИК І ВИСОКОАМПЛІТУДНИХ ВІДХИЛЕНЬ ЕЛЕКТРИЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИХ КОМПЛЕКСІВ

*Для опису характеристик електричних навантажень електротехнічних комплексів запропоновано використати кортеж, що складається із характеристик, як самого випадкового процесу, так і статистичних характеристик його відхилень від середнього значення. Показано, що такий процес може бути охарактеризовано показником Херста. Запропоновано метод та його алгоритмічну реалізацію для ідентифікації характеристик електричних навантажень та для ідентифікації високоамплітудних відхилень електричних навантажень електротехнічних комплексів.*

*For the description of electrical loads characteristics for electrotechnical complexes it is offered to use a tuple which consists of characteristics, such as the stochastic process and statistical characteristics of its deviations average value. It is shown that such process can be described by Hurst's metric. It was offered the method and its algorithmic implementation for identification of electrical loads characteristics and for identification of highamplitude deviations of electrical loads at the electrotechnical complexes.*

Ключові слова: електричне навантаження, електротехнічний комплекс.

### Вступ

Проблеми оптимізації електричних навантажень електротехнічних комплексів мають дві важливі сторони. По-перше, це оптимізація електроспоживання. По-друге, це задача ідентифікації критичних відхилень в навантаженнях, які можуть призвести до надзвичайних ситуацій в мережі постачання. Розв'язання обох цих задач базується на швидкій ідентифікації високоамплітудних відхилень електричних навантажень, таким чином, ця задача зберігає свою наукову актуальність та практичну важливість.

Внаслідок збільшення кількості електротехнічних комплексів стрімко зростає нерівномірність електричних навантажень. Якщо раніше стратегія прогнозування електричних навантажень для таких систем полягала у дослідженні електротехнічного комплексу, пов'язаного із конкретним підприємством [1, 2], то тепер необхідно розглядати задачу із багатьма джерелами електроспоживання, що вимагає застосування інших методів ідентифікації та прогнозування.

До того ж раніше диспетчерський пункт обслуговував, як правило, один електротехнічний комплекс, в економічних умовах сучасної України він обслуговує вже багато таких комплексів. Неузгодженість технологічних циклів цих комплексів призводить до того, що випадкова складова в електроспоживанні стає вирішальною.

Задачі такого типу останнім часом розв'язанні для електророзподільних систем [3, 4]. Проте розглянуто лише задачі із відомими статистичними характеристиками електроспоживання, що і призводить до задачі про ідентифікацію та прогноз навантажень електротехнічних комплексів.

Метою статті є розробка математичного методу для ідентифікації високоамплітудних відхилень електричних навантажень електротехнічних комплексів.

### Основний розділ

Ідентифікація низько- та середньоамплітудних відхилень електричних навантажень електротехнічних комплексів може бути вирішена відомими методами [1, 2, 5]. Для ідентифікації високоамплітудних відхилень потрібно застосовувати інші методи внаслідок їх більшої важливості для прийняття рішень.

Високоамплітудні відхилення зумовлені наявністю великої кількості окремих споживачів (електротехнічних комплексів), що виникають на фоні випадкового процесу і самі мають випадковий характер. Необхідно також врахувати, що високоамплітудні відхилення електричних навантажень електротехнічних комплексів мають тенденцію до швидкого розгортання у часі.

Випадковий процес характеризується середнім значенням електричних навантажень  $\langle \xi \rangle_\tau$ , де  $\tau$  – час спостережень. Для потреб управління електричними навантаженнями електротехнічних комплексів необхідно знати максимальне та мінімальне значення навантаження  $\xi$ , а також розмах навантажень  $\Delta_\tau$  протягом часу спостережень. Це необхідно, з одного боку, для прогнозу поточного управління і, з іншого боку, для модифікації електропостачальної мережі.

Таким чином, в першому наближенні характеристики електричних навантажень системи електротехнічних комплексів можуть бути представлені у вигляді кортежу  $K = \{ \langle \zeta \rangle_t, \max_t \zeta, \min_t \zeta, \Delta_t \}$ , де  $\Delta_t$  визначено за такою формулою

$$\Delta_t = \max_t x - \min_t x. \quad (1)$$

При записі кортежу  $K$  та формули (1) було враховано, що всі визначені нами значення залежать від часу спостережень. Зокрема, в них природнім чином може входити зміна системи електротехнічних комплексів, системи електропостачання тощо.

В останні роки зростає увага до використання енергозберігаючих технологій. До таких же задач призводить задача оптимізації продажу електроенергії в умовах її надлишку та закупівля електроенергії за умов її недостатності (добові та сезонні цикли) [1]. Для цих задач кортеж  $K$  повинен бути доповнений такими характеристиками випадкового процесу (записано для дискретного процесу – узагальнення на неперервний випадок не вимагає ускладнень):

$$X(t, \tau) = \sum_{i=1}^{\tau} \{x(i) - \langle x \rangle_t\}, \quad (2)$$

$$R(\tau) = \max_{1 \leq t \leq \tau} X(t, \tau) - \min_{1 \leq t \leq \tau} X(t, \tau), \quad (3)$$

де  $0 < t < \tau$ .

Величина  $X(t, \tau)$  є накопиченим відхиленням значення випадкового процесу – це фактично є накопичені відхилення електричних навантажень системи електротехнічних комплексів.

Величина  $R(\tau)$  – це розмах відхилень. Вона дорівнює величині резервної потужності, яка необхідна для підтримання середнього електричного навантаження для заданої системи електротехнічних комплексів протягом розглядуваного часу  $\tau$ .

Таким чином, кортеж, який характеризує електричні навантаження системи електротехнічних комплексів записується, в кінцевому підсумку, в такому вигляді:

$$K_t = \{ \langle x \rangle_t, \max_t x, \min_t x, \Delta_t, X(t, \tau), R(\tau) \}. \quad (4)$$

Всі характеристики кортежу (4) можуть бути безпосередньо виміряні. Всі вони мають безпосередній прикладний смисл, і можуть бути використані в організації управління електричним навантаженням системи електротехнічних комплексів.

Для кортежу (4) можна обрахувати показник Херста  $H$  за формулою [6]

$$\frac{R}{S} = \text{const} \cdot t^H, \quad (5)$$

де  $\sigma^2$  – дисперсія випадкового процесу  $\zeta$ .

Якщо показник Херста  $H > 1/2$ , випадковий процес називають персистентним – таким, що підтримує поточну тенденцію. Наприклад, якщо значення перемінної зростає, то в наступний момент часу також буде зростання. Процеси із показниками  $H < 1/2$  називаються, відповідно, антиперсистентними: інтерпретація їх очевидна.

Випадковий процес із  $H = 1/2$  відповідає броунівському випадковому процесу [7], для якого відсутні ефекти пам'яті.

Для коректного обчислення показника Херста потрібно мати понад  $10^3$  точок [7].

Будуючи методи ідентифікації характеристик та високоамплітудних відхилень, вважаємо, що вимірювальна апаратура працює у дискретному режимі.

Співвідношення (5) можна використати для побудови методу для ідентифікації характеристик навантажень електротехнічних комплексів. Алгоритм цього методу може бути записано таким чином:

1. Визначаються та відслідковуються значення характеристик кортежу (4), а також показника Херста  $H$  за (5) та значення  $\sigma$ .

2. За значеннями  $\langle \zeta \rangle_t, \max_t \zeta, \min_t \zeta, \Delta_t, R(\tau)$  розробляємо систему управління усередненими значеннями навантажень електротехнічних комплексів.

3. Періодично циклічно повторювати етапи 1 та 2. В якості характерного проміжку часу для повторень можна взяти час  $\Delta_{t0}$ , за який автокореляційна функція для розмаху відхилень  $R(\tau)$  вперше отримує нульове значення.

Визначивши показник Херста можна побудувати алгоритм для ідентифікації високоамплітудних відхилень навантажень електротехнічних комплексів. Ідентифікація високоамплітудних відхилень проходить у два етапи. Перший – це моніторинг відхилень, свого роду «фоновий режим» (дискретність вимірів задається часом  $\Delta_{t0}$ , дивись нижче). Коли ідентифікується «небезпечна» щодо амплітудного відхилення ситуація, то час дискретизації зменшується на порядок, а апаратура управління, яку задіюють в таких ситуаціях (наприклад, аварійного відключення) приводиться до стану готовності.

Алгоритм розкладається на 2 випадки – для показника  $H \geq 1/2$  та  $H < 1/2$ , відповідно.

Показник Херста  $H \geq 1/2$ .

1. Будуємо автокореляційну функцію для процесу  $\zeta$  та визначаємо період кореляції  $\Delta_{t0}$ .

2. Визначаємо значення величини приросту процесу  $\zeta$  послідовно за час  $\Delta_{t0}$  і  $2\Delta_{t0}$ . Якщо обидва ці прирости перевищують кожен раз  $\sigma$ , то можна вважати, що ситуація відповідає високоамплітудному



відхиленню і переходимо до відповідного алгоритму дій, який полягає в проведенні замірів через на порядок менший проміжок часу. При цьому задіється апаратура, що повинна реагувати на такі відхилення.

Показник Херста  $H < 1/2$ .

1. Будуємо автокореляційну функцію для процесу  $\zeta$  та визначаємо період кореляції  $\Delta_{10}$ .

2. Визначаємо величину та знак приросту процесу  $\zeta$  послідовно за час  $\Delta_{10}$  і  $2\Delta_{10}$ . Якщо обидва рази цей приріст має один і той же знак, а його сумарна величина перевищує  $\sigma$ , то можна вважати, що ситуація відповідає високоамплітудному відхиленню і переходимо до відповідного алгоритму дій.

Конкретні числові значення для характеристик методу можуть бути отримані із імітаційного моделювання.

### Висновки

Побудована математична модель для опису характеристик електричних навантажень електротехнічних комплексів як випадкового процесу. Для характеристик запропоновано використати кортеж, що складається із характеристик як самого випадкового процесу, так і статистичних характеристик його відхилень від середнього значення. Показано, що такий процес може бути охарактеризовано показником Херста.

На основі побудованого кортежу запропоновано метод та його алгоритмічну реалізацію для ідентифікації характеристик електричних навантажень та для ідентифікації високоамплітудних відхилень електричних навантажень електротехнічних комплексів.

### Література

1. Рогальський Б.С. Методи визначення і прогнозування електричних навантажень промислових підприємств: монографія. – Вид-во «Вінниця», 1996. – 96 с. ISBN 966-527-029-X.
2. Рогальський Б.С., Войтюк Ю.П. Контроль електроспоживання гірничих машин і технологічних властивостей гірських порід: Монографія. – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2009. – 80 с. ISBN 978-966-641-298-3.
3. Лежнюк П.Д., Комар В.О. Оцінка якості оптимального керування критеріальним методом: Монографія. – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2006. – 107 с. ISBN 966-641-201-2.
4. Лежнюк П.Д., Остра Н.В., Зелінський В.Ц. Оцінювання чутливості оптимального керування режимами електроенергетичних систем критеріальним методом: Монографія. – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2008. – 131 с. ISBN 978-966-641-256-3.
5. Рогальський Б.С., Лисогор Ю.А. Моделі багатокритеріальної оцінки визначення та прогнозування електричних навантажень гірничих підприємств: модульний підхід // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2005. – № 6. – С.101-109.
6. Федер Е. Фракталы. – М.: Мир, 1991. – 254 с. ISBN 5-03-001712-7.

Надійшла 3.12.2009 р.

УДК 621.391

Р.М. ДІДКОВСЬКИЙ, С.С. ГУЗНІН  
Черкаський державний технологічний університет

## ТЕОРЕТИЧНЕ ТА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАВАДОСТІЙКОСТІ СИСТЕМИ НА ОСНОВІ КОРЕЛЯЦІЙНОЇ ХАОТИЧНОЇ МОДУЛЯЦІЇ З ДОДАВАННЯМ ОРТОГОНАЛІЗОВАНОЇ ЗАТРИМАНОЇ КОМПОНЕНТИ

*Представлені методика та результати теоретичного і експериментального дослідження завадостійкості приймача шумових ортогоналізованих сигналів у каналі, де діє адитивний білий гауссовий шум. Створено макет системи прийому-передачі шумових ортогоналізованих сигналів через радіочастотний кабель. Досліджено параметри побудованої системи зв'язку.*

*In paper proposed methods and results of theoretical and experimental researches of noise stability of receiver that based on noisy orthogonal signal with transmission via AWG channel. Was created and researched performance of layout of the transmission-reception system with transmission via radiofrequency cable.*

Ключові слова: приймачі ортогоналізованих сигналів, радіочастотні кабелі, дослідження.

**Постановка задачі.** Проблема створення систем зв'язку, в яких роль носія виконував би шумовий сигнал, турбувала вчених і практиків ще в п'ятдесятих-сімдесятих роках минулого століття [1-3]. Однак, можливості тогочасної елементної бази не дозволили широкомасштабного впровадження такого типу систем. Результатом досліджень у даному напрямку стали надширококустові системи з псевдошумовими сигналами [4-5]. Сучасний стан розвитку техніки і методів цифрової обробки сигналів дозволяє на новому рівні підійти до питання розробки систем зв'язку на базі шумових сигналів [6].

Під шумовим сигналом розуміємо реалізацію деякого випадкового процесу. Будемо надалі вважати, що даний випадковий процес – стаціонарний з нормальним розподілом і нульовим математичним сподіванням.