



ВИМІРЮВАЛЬНА ТЕХНІКА ТА МЕТРОЛОГІЯ



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ВИМІРЮВАЛЬНА ТЕХНІКА ТА МЕТРОЛОГІЯ

МІЖВІДОМЧИЙ НАУКОВО-ТЕХНІЧНИЙ ЗБІРНИК

Відповідальний редактор – проф., д-р техн. наук Б.І. Стадник

Видається з 1965 року

Випуск 61

Львів

Видавництво Національного університету "Львівська політехніка"

2002

*Рекомендовано Вченою радою Національного університету "Львівська політехніка"
(протокол № 6 засідання від 26.03.2002 р.)*

Редакційна колегія:

Богдан Стадник,	проф., д-р техн. наук, зав. кафедри, директор Інституту комп'ютерних технологій, автоматики та метрології, Національний університет "Львівська політехніка" (відповідальний редактор);
Валерій Дудикевич,	проф., д-р техн. наук, зав. кафедри, Національний університет "Львівська політехніка" (заступник відповідального редактора);
Михайло Дорожовець,	проф., д-р техн. наук, Національний університет "Львівська політехніка" (відповідальний секретар);
Феодосій Гриневич, Ярослав Луцик,	академік НАН України, Інститут електродинаміки (Київ); проф., д-р техн. наук, Національний університет "Львівська політехніка";
Адам Ковальчик, Василь Паракуда,	проф., д-р техн. наук, Ряшівська політехніка (Польща); доц., канд. техн. наук, директор Державного науково-дослідного інституту "Система";
Станіслав Маєвський,	проф., д-р техн. наук, зав. кафедри, Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут";
Леонід Назаренко, Євген Пістун,	д-р техн. наук, зав. відділу, ДНВО "Метрологія" (Харків); проф., д-р техн. наук, зав. кафедри, Національний університет "Львівська політехніка";
Володимир Поджаренко,	проф., д-р техн. наук, зав. кафедри, Державний технічний університет (Вінниця);
Євген Поліщук,	проф., канд. техн. наук, Національний університет "Львівська політехніка";
Петро Столярчук,	проф., д-р техн. наук, зав. кафедри, Національний університет "Львівська політехніка";
Владислав Ціделко,	проф., д-р техн. наук, зав. кафедри, Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут";
Ігор Курітник,	проф., д-р техн. наук, університет в Бельсько-Бяла (Польща);
Олександр Немченко,	заст. директора ЦСМ (Львів).

Адреса редколегії:

*Національний університет "Львівська політехніка",
вул. С. Бандери, 12, 79013, Львів-13*

УДК 621.314.2:681.14

НЕЛІНІЙНИЙ СИНТЕЗ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ДАВАЧІВ ЛІНІЙНИХ ПЕРЕМІЩЕНЬ

© Олексій Павлов, Володимир Гальченко, 2002

Луганський державний медичний університет, кафедра "Медична кібернетика, біофізика та медична апаратура",
Луганськ, кв. 50-річчя Оборони Луганська, 1, 91045, Україна

Запропоновано метод синтезу інформаційної котушки давача лінійних переміщень з наперед визначеним розподілом магнітного поля, яку розташовано в екрані з ферромагнітного матеріалу. Для розв'язання задачі синтезу використано алгоритми нелінійної оптимізації з пошуком екстремуму для багатовимірної "яружної" функції мети. Наведено приклади числового розв'язання задач синтезу.

Предложен метод синтеза информационнй катушки датчика линейных перемещений с заданным распределением магнитного поля, расположенной в экране из ферромагнитного материала. Для решения задачи синтеза использованы алгоритмы нелинейной оптимизации с поиском экстремума для случая многомерной "овражной" целевой функции. Приведены примеры численного решения задач синтеза.

An approach to the synthesis of informational coil of sensor of linear movements located in ferromagnetic screen with prescribed magnetic field distribution is considered. The algorithms of non-linear optimization with search of extremum for many-dimensional "revine" criterion function are used for decision of synthesis problem. The examples of numerical decisions of synthesis problem are presented.

Проектуючи вимірювальні прилади, широко використовують давачі лінійних переміщень, принцип роботи яких оснований на вимірюванні напруженості магнітного поля котушки різноманітними магнітовимірювальними первинними перетворювачами. Основними перевагами таких давачів є висока чутливість, можливість побудови ряду давачів з широким діапазоном вимірюваної величини, малий діаметральний розмір, можливість синтезу функції перетворення [2].

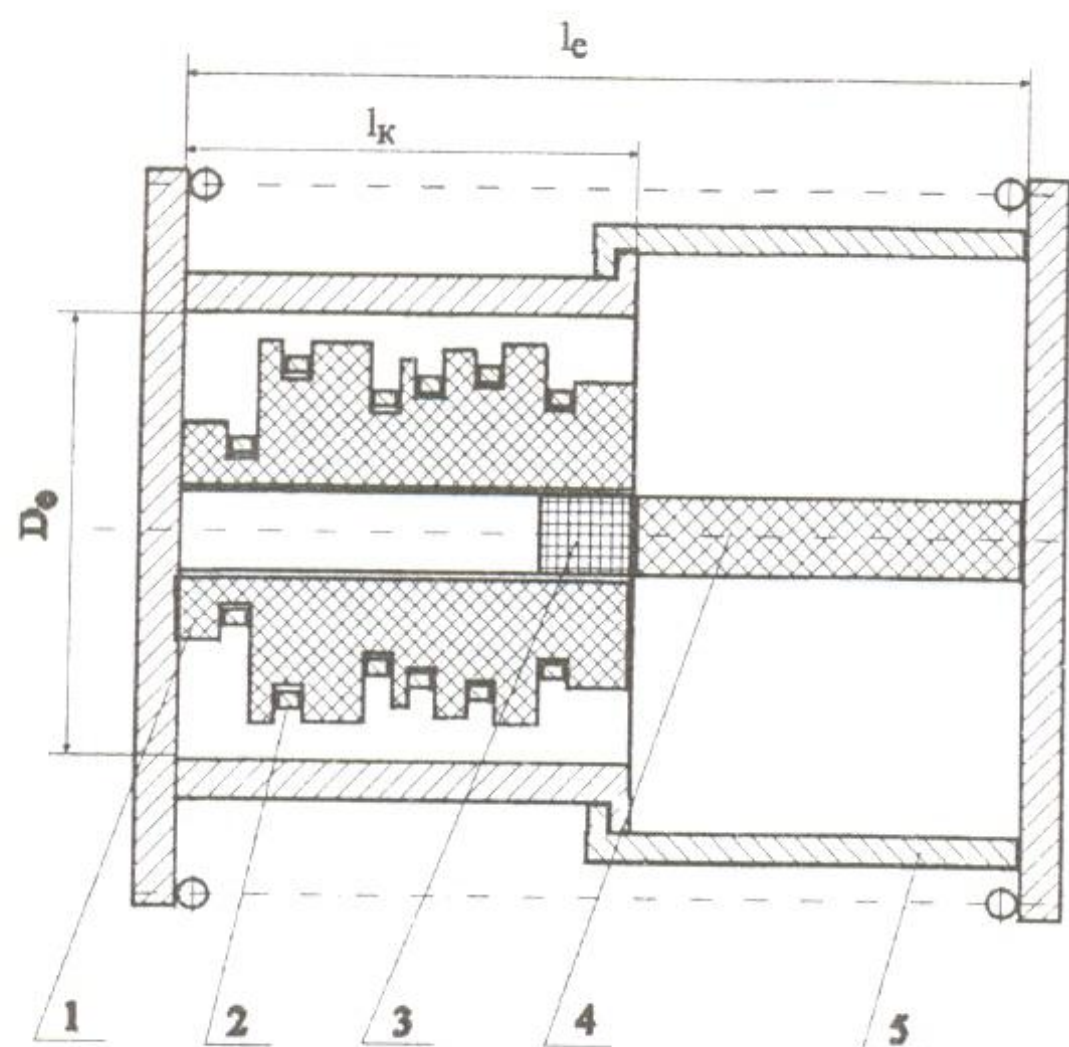


Рис. 1. Конструкція давача лінійних переміщень

Конструкція давача лінійних переміщень наведена на рис. 1. Магнітне поле генерується обмотками зі сталим струмом 2, що розташовані на немагнітному каркасі 1. Вид функції розподілу магнітного поля давача переважно залежить від радіусів обмоток, відстані між ними, від кількості зwoїв у обмотках, а також від геометричних розмірів екрана. Подовжня складова напруженості магнітного поля реєструється феромодуляційним чутливим елементом 3, який закріплено на рухомому штоці 4. Котушка з обмотками розміщена у ферромагнітному екрані 5.

При конструюванні функціональних давачів лінійних переміщень необхідне розв'язання задачі синтезу магнітного поля з наперед визначеним розподілом на осі котушки, яку розташовано в екрані з ферромагнітного матеріалу радіуса R_e та довжини l_e (рис. 2).

Функціональну залежність напруженості магнітного поля від координати z знаходять, розв'язуючи крайову задачу в заданій області. При припущенні, що магнітна проникність стінок екрана дорівнює нескінченності, а перерізи обмоток секцій котушки нескінченно малі, напруженість магнітного поля у точці, розташованій на осі котушки, дорівнює [3]:

$$H_z(q) = 2l_e^{-1} I \sum_{j=1}^k \omega_j [0,5 + R_j \times \\ \times \sum_{n=1}^{\infty} \gamma \cos(\gamma(z_q - l_e)) \cos(\gamma(z_j - l_e)) m''_z]; \quad (1)$$

де

$$m''_z = K_1(\gamma R_j) + \frac{I_1(\gamma R_j) K_0(\gamma R_e)}{I_0(\gamma R_e)},$$

$$\gamma = \frac{n\pi}{l_e}, n = 1, 2, 3, \dots,$$

l_e – довжина екрана, R_e – радіус екрана, I – струм, ω_j – кількість звоїв у секції, R_j – радіус обмотки, z_j – z – координата обмотки, z_q – z – координата контрольної точки, I_0, I_1 – модифіковані функції Бесселя відповідно 1-го та 2-го порядків, K_0, K_1 – модифіковані функції Ганкеля відповідно 1-го та 2-го порядків.

Підсумовуючи нескінченний ряд Фур'є, використовуємо найпростішу регуляризацию підсумовування за кількістю членів [4].

Згідно з конструкцією давача лінійних переміщень (див. рис.1) довжина екрана залежить від z – координати феромодуляційного чутливого елемента. Отже, значення $H_z(q)$ для кожної контрольної точки повинно розраховуватися відповідно до виразу (1), якщо довжина екрана:

$$l_e = l_k + z_q, \quad (2)$$

де l_k – довжина зони розташування секцій котушки.

У [1] задача синтезу магнітного поля давача лінійних переміщень розв'язується у просторі змінних ω , що лінійно впливають на значення H_z . Основним недоліком такого підходу є значні труднощі, що виникають під час виготовлення котушки, синтезованої цим методом. Значення ω_1, ω_j повинні бути цілими величинами, а розв'язання, що отримується в [1], не є цілим. Існують декілька способів вирішення цієї проблеми (наприклад, за рахунок струму I у кожній секції котушки), але їх використання не завжди приводить до зручності у практичній реалізації синтезованої котушки [1, 2].

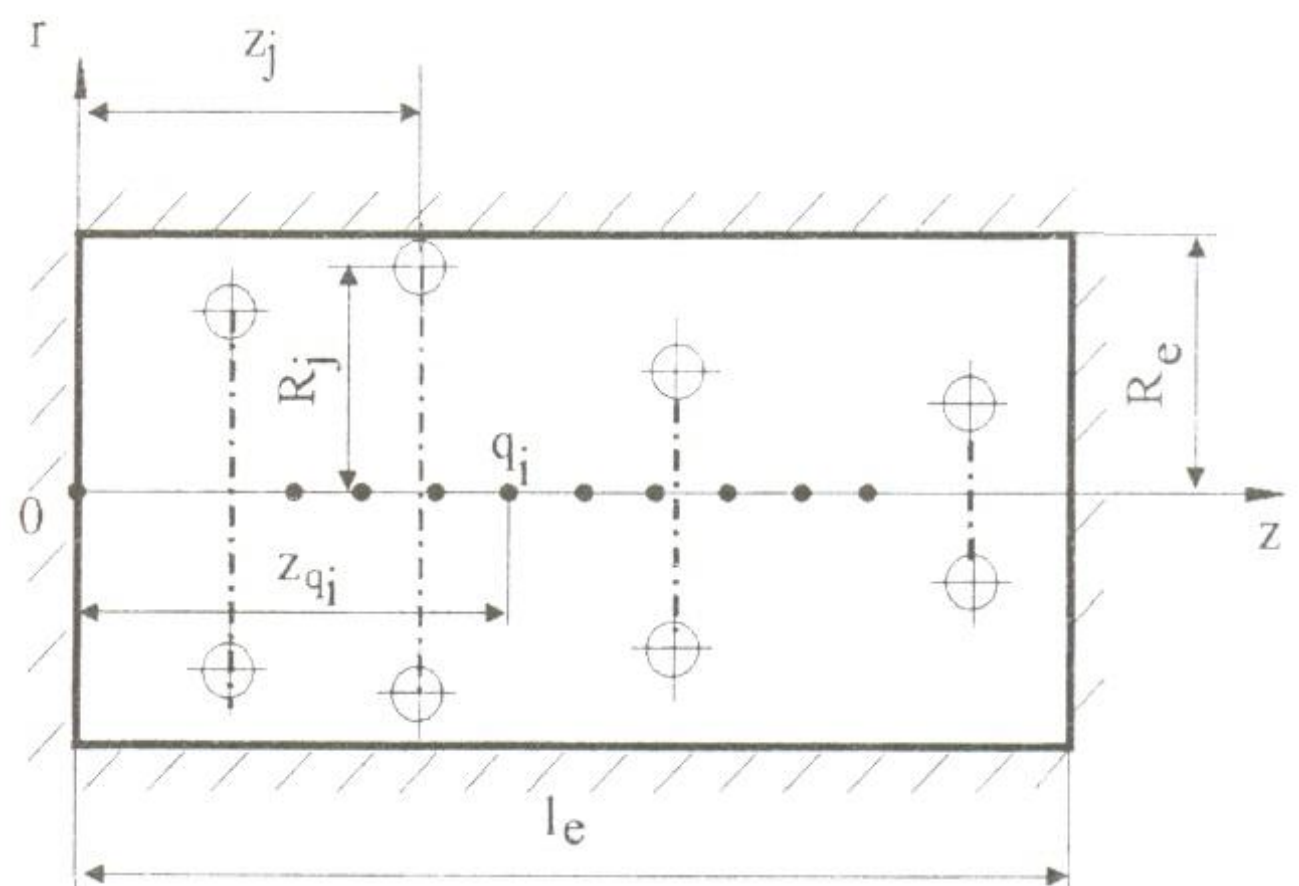


Рис. 2. Модель інформаційної котушки давача, яку розташовано в екрані з феромагнітного матеріалу

Цікавим є підхід, при якому вирішення відшукується в просторі змінних, що визначають геометрію котушки. У такому разі параметри I та ω залишаються незмінними, а радіуси та z - координати секцій вибираються такими, щоб забезпечити необхідний розподіл магнітного поля. Шукані параметри нелінійно входять до виразу (1), що призводить до істотних труднощів під час числового розв'язання задачі синтезу. У роботі запропоновано синтезувати котушку, що забезпечує потрібну конфігурацію магнітного поля, мінімізуючи середньостепеневу апроксимацію мінімаксного функціонала (3), що забезпечує мінімальне відхилення шуканого розподілу поля від наперед заданого. Потрібна конфігурація поля задається набором контрольних точок з відомими значеннями напруженості магнітного поля в них:

$$F = \sum_{i=1}^m |H_d - H_n|^\gamma \rightarrow \min; \quad (3)$$

де H_d, H_n – відповідно дійсне та потрібне значення напруженості магнітного поля в контрольній точці; $\gamma = 2, 3, \dots$; m – кількість контрольних точок.

Така задача належить до класу некоректно поставлених задач нелінійної оптимізації та вимагає використання спеціальних методів пошуку оптимального вирішення. Це зумовлено багатовимірним “яружним” характером функціонала (3). При оптимізації стандартними методами виникають значні труднощі, які пов'язані з “заклинюванням” числових процедур далеко від оптимуму під час пошуку в області “дна яру”.

На базі ідей, запропонованих в [5], реалізовано алгоритми оптимізації “яружних” функціоналів. Ці алгоритми докладно описані у [6, 7], а приклади їх практичного використання для реальних задач синтезу джерел магнітного поля наведено у [11]. Верифікація алгоритмів виконувалася на ряді тестових “яружних” функцій, які мають аналітичне розв’язання, а також на великій кількості задач синтезу різноманітних джерел магнітних полів. Результати свідчать про адекватність запропонованих алгоритмів для розв’язання задач нелінійного синтезу магнітних полів.

Під час синтезу котушки для давача лінійних переміщень повинні виконуватися такі обмеження на геометричні розміри:

$$R_{ш} < R_j < R_e; \quad 0 < z_j < l_k; \quad l_k \leq \frac{l_e}{2}; \quad (3)$$

де $R_{ш}$ – радіус штока.

Вони забезпечуються відповідною заміною змінних [7, 9].

Реалізовано графічний інтерфейс, який використовується для швидкого та зручного вводу та модифікації початкових умов задачі синтезу, а також графічної та аналітичної візуалізації результатів синтезу. Основні принципи роботи з інтерфейсом опубліковані в [8].

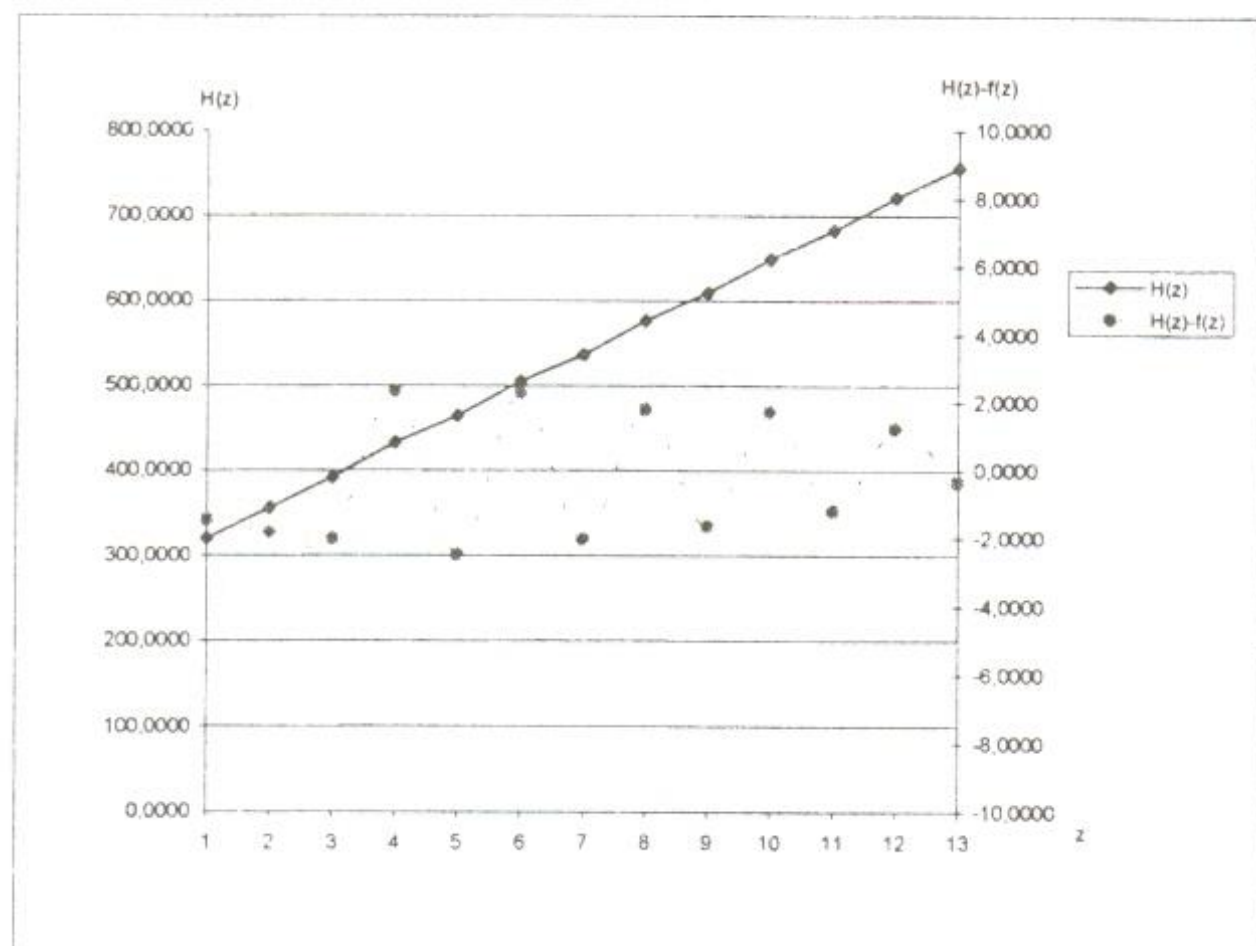
Важливою характеристикою давача є довжина робочої зони. Чим довша робоча зона, тим ширший діапазон вимірюваної величини давача.

Далі наведено два приклади синтезу котушок функціональних давачів лінійних переміщень, що скла-

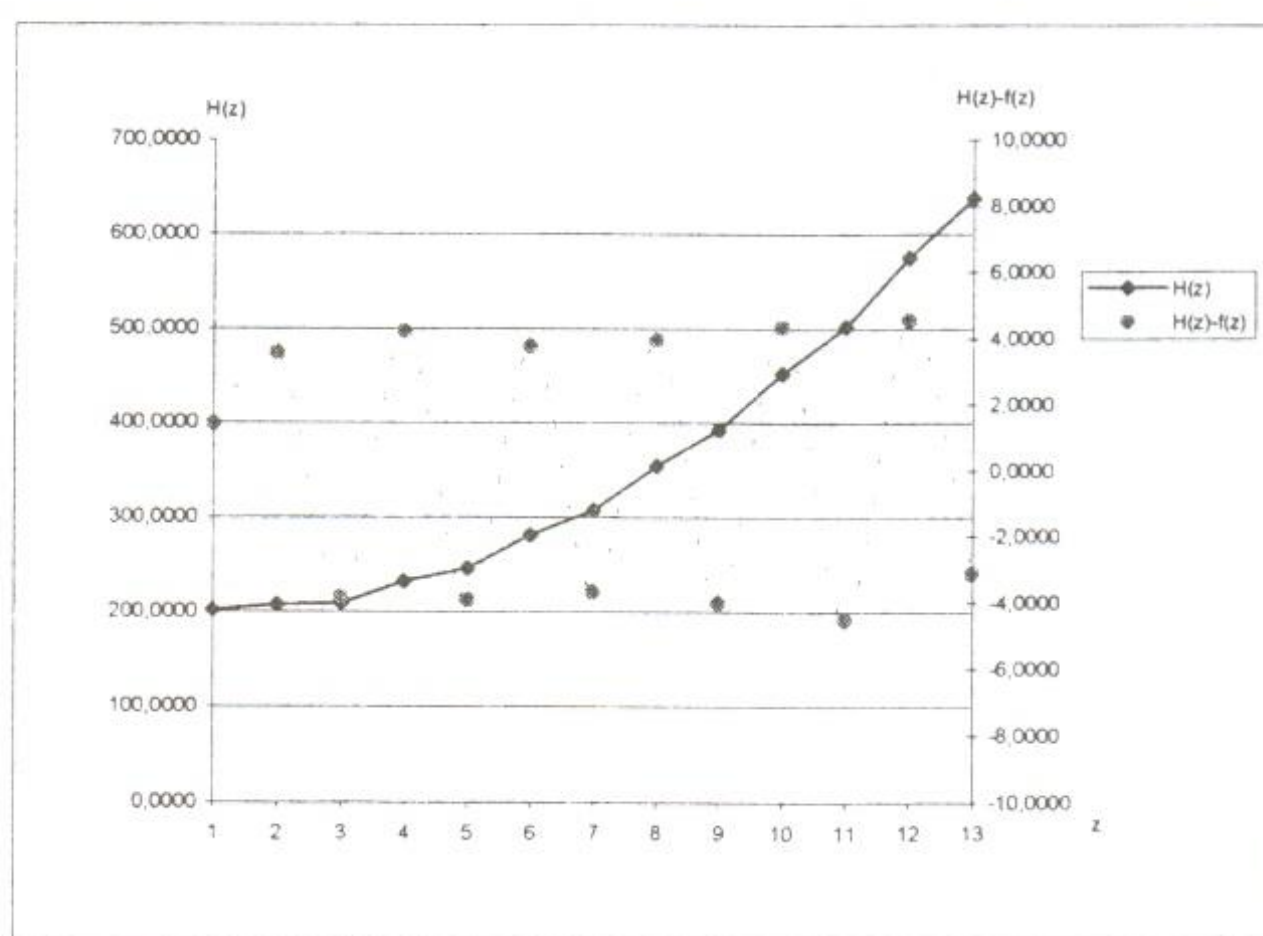
даються з 11-ти секцій. У першому прикладі функція розподілу магнітного поля давача лінійна $H(z) = 20750 \cdot z + 300$, А/м, у другому – параболічна $H(z) = 1000000 \cdot (z - 0,001)^2 + 200$, А/м (див. рис. 3). Для обох прикладів $R_e = 0,0045$ м, $l_k = 0,022$ м, $l_e = 0,044$ м, початкові значення z_j, R_j однакові (див. табл.1). Для першого прикладу $I = 0,223$ А; $\omega_j = 5$; $j = 1, 2, \dots, 11$; для другого – $I = 0,244$ А; $\omega_j = 3$; $j = 1, 2, \dots, 11$. Значення I, ω_j вибирають так, щоб середня інтенсивність дійсного магнітного поля була досить близькою до середньої інтенсивності шуканого поля. Для зручнішого вибору значень I, ω_j до графічного інтерфейсу додано відповідний модуль.

Оптимальне вирішення шукають одночасним варіюванням змінних z_j, R_j . Значення z_j, R_j до оптимізації та після наведено у табл. 1. Потрібні та одержані в результаті оптимізації значення напруженості магнітного поля в контрольних точках наведено у табл. 2. На рис. 4 наведено головне вікно інтерфейсу після пошуку оптимального рішення, в якому відображуються профілі отриманих котушок.

В результаті максимальне відносне відхилення синтезу котушки з лінійною та параболічною функціями перетворення становило відповідно 0,538% та 0,901%.



а – $H(z) = 20750 \cdot z + 300$, А/м



б – $H(z) = 1000000 \cdot (z - 0,001)^2 + 200$, А/м

Рис. 3. Графіки розподілу інформаційного магнітного поля синтезованих котушок та абсолютного відхилення отриманої напруженості поля від шуканої

Таблиця 1

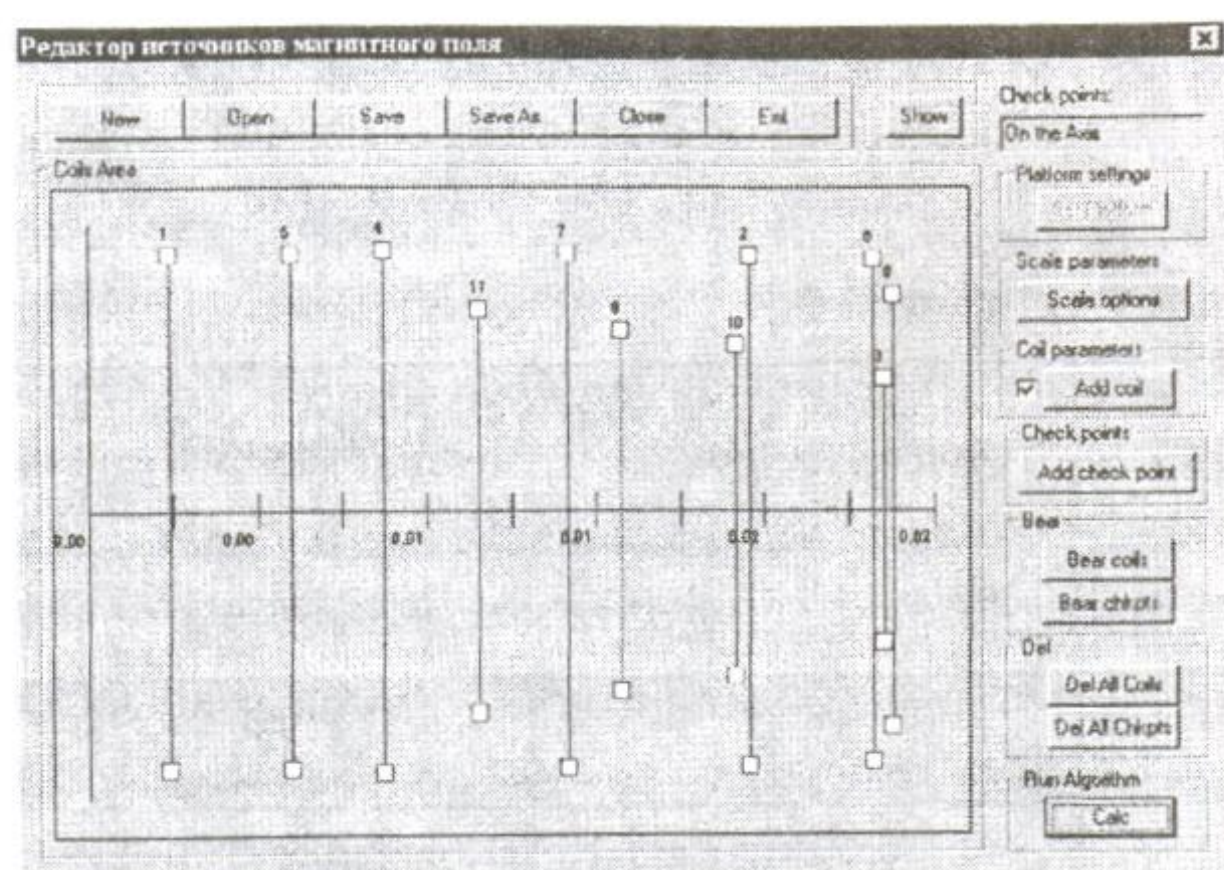
Параметри синтезованих котушок

Початкові		$H(z) = 20750 \cdot z + 300$, А/м		$H(z) = 1000000 \cdot (z - 0.001)^2 + 200$, А/м	
$z_{j,м}$	$R_{j,м}$	Результати оптимізації		Результати оптимізації	
		$z_{j,м}$	$R_{j,м}$	$z_{j,м}$	$R_{j,м}$
0,004	0,004	0,002211	0,004332	0,009676	0,003176
0,005	0,004	0,018063	0,004305	0,006185	0,003500
0,006	0,004	0,021683	0,002151	0,012780	0,003217
0,007	0,004	0,008056	0,004381	0,015093	0,004239
0,008	0,004	0,005528	0,004339	0,021896	0,002239
0,009	0,004	0,021359	0,004253	0,002096	0,003813
0,010	0,004	0,013066	0,004339	0,021810	0,004393
0,011	0,003	0,014526	0,003011	0,017226	0,004250
0,012	0,003	0,021899	0,003609	0,021771	0,004393
0,013	0,003	0,017652	0,002751	0,021756	0,004133
0,014	0,003	0,010624	0,003376	0,018099	0,003424

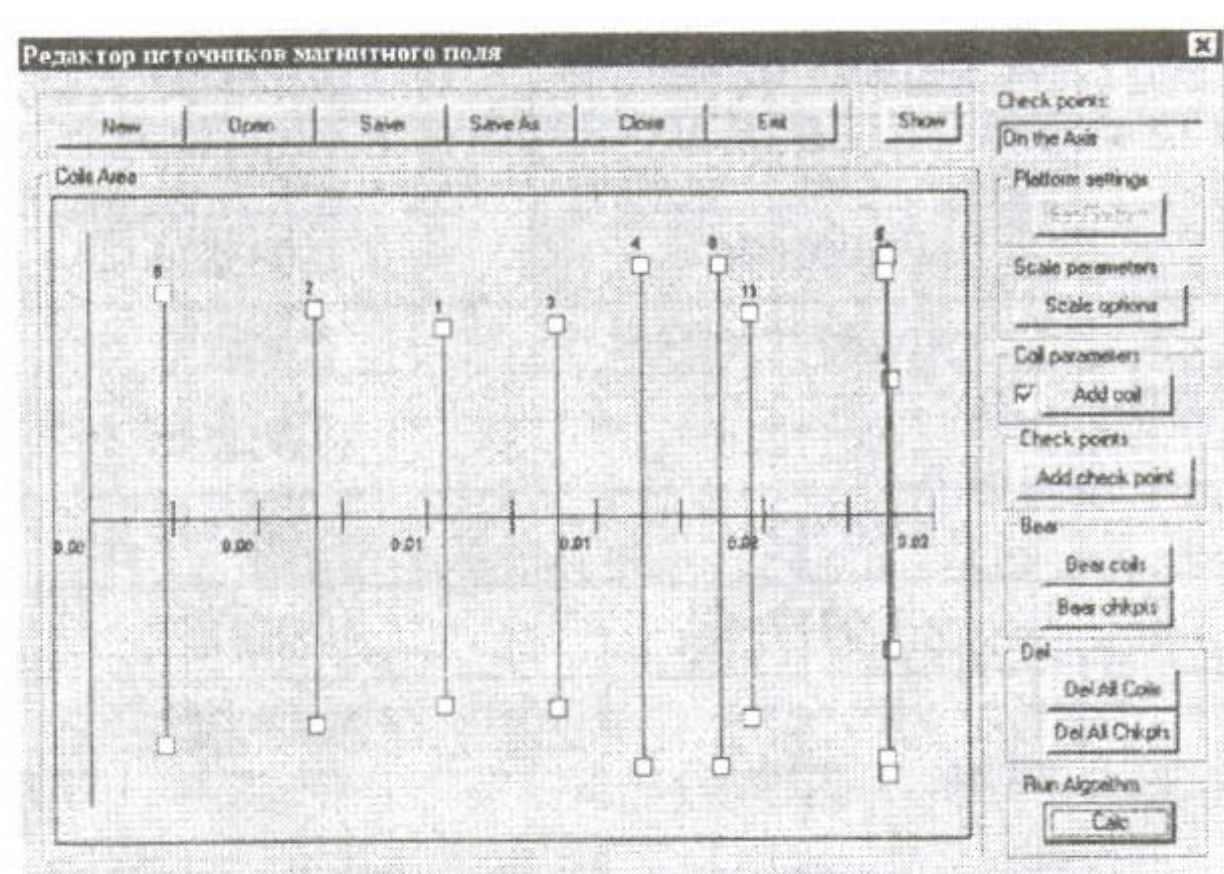
Таблиця 2

Потрібні та отримані внаслідок оптимізації значення напруженості магнітного поля у контрольних точках

$z_q, м$	$H(z) = 20750 \cdot z + 300$, А/м		$H(z) = 1000000 \cdot (z - 0.001)^2 + 200$, А/м	
	$H(z_q)$ потрібна, А/м	$H(z_q)$ отримана, А/м	$H(z_q)$ потрібна, А/м	$H(z_q)$ отримана, А/м
0,00100	320,7500	319,2668	200,0000	201,3724
0,00275	357,0625	355,2266	203,0625	206,6025
0,00450	393,3750	391,3430	212,2500	208,3655
0,00625	429,6875	431,9996	227,5625	231,7550
0,00800	466,0000	463,4912	249,0000	245,0468
0,00975	502,3125	504,5780	276,5625	280,2994
0,01150	538,6250	536,5735	310,2500	306,5362
0,01325	574,9375	576,7173	350,0625	354,0015
0,01500	611,2500	609,5849	396,0000	391,9660
0,01675	647,5625	649,2601	448,0625	452,3693
0,01850	683,8750	682,6691	506,2500	501,6886
0,02025	720,1875	721,3967	570,5625	575,0914
0,02200	756,5000	756,1387	641,0000	637,8486



$$a - H(z) = 20750 \cdot z + 300, \text{ A/m}$$



$$b - H(z) = 1000000 \cdot (z - 0,001)^2 + 200, \text{ A/m}$$

Рис. 4. Профілі котушок, що забезпечують необхідний розподіл інформаційного магнітного поля давачів

Цікавим є той факт, що відношення довжини робочої області до довжини зони розташування секцій котушки у наведених у прикладах давачів становить 100%, внаслідок чого можливо зменшити габарити давача. Також при запропонованому підході значення струму і кількість звоїв задаються в початковій конфігу-

рації і залишаються незмінними під час оптимізації, що досить зручно для подальшої практичної реалізації синтезованої котушки. Розроблені програмні засоби можуть використовуватися для синтезу джерел магнітного поля, що входять до складу інших пристроїв [10].

1. Яковенко В.В., Гальченко В.Я., Донская Л.В. Синтез катушки в магнитной системе датчика линейных перемещений. // Изв. вузов. Электромеханика. – 1990. – № 6. – С. 75–78.
2. Яковенко В.В., Гальченко В.Я., Лойко А.В. Миниатюрный датчик линейных перемещений // Изв. вузов. Приборостроение. – 1990. – № 5. – С.33 – 38.
3. Алиевский Б.Л., Орлов В.Л. Расчет параметров магнитных полей осесимметричных катушек. – М., 1983.
4. Калиткин Н.Н. Численные методы. – М., 1978.
5. Численные методы условной оптимизации / Под ред. Ф. Гилл, У. Мюррей. – М., 1977.
6. Павлов А.К., Гальченко В.Я., Велигура А.В. Нелинейный синтез магнитных устройств подавления промышленных выбросов // Вісник Східноукраїнського національного університету. – 2001. – № 9(43). – С. 270 – 277.
7. Гальченко В.Я., Павлов О.К., Воробйов М.О. Нелінійний синтез магнітних полів збудження вихорострумових перетворювачів дефектоскопів // Методи і прилади контролю якості. – 2002. – № 8. – С.3–5.
8. Павлов А.К., Гальченко В.Я. Система компьютерного проектирования источников магнитного поля с заданными свойствами // Электрический журнал. – 2001. – № 1. – С. 19–23.
9. Гальченко В.Я., Павлов А.К. Параметрический нелинейный синтез круговых и прямоугольных многоконтурных систем источников магнитных полей // Український метрологічний журнал. – 2002. – № 1. – С.25–30.
10. Гальченко В.Я., Павлов А.К. Система контроля качества намагничивания и размагничивания изделий с постоянными магнитами // Український метрологічний журнал. – 2002. – № 2. – С. 65 – 66.
11. Павлов А.К., Гальченко В.Я. Информационные модели для проектирования источников магнитных полей // Информационные технологии. – 2002. – № 7. – С.47–53.

ЗМІСТ

ОПРАЦЮВАННЯ ТА ПЕРЕТВОРЕННЯ ВИМІРЮВАЛЬНИХ СИГНАЛІВ

Михайло Дорожовець. ЗАВАДОСТІЙКІСТЬ ПРИЙОМУ ГІПЕРБОЛІЧНО ЧАСТОТНО-МОДУЛЬОВАНИХ ІМПУЛЬСІВ У АКУСТИЧНИХ ТОМОГРАФІЧНИХ СИСТЕМАХ	3
Роберт Ганус, Адам Ковальчик, Богдан Стадник. ВИМІРЮВАННЯ ЗАПІЗНЕННЯ ПРИ ВИКОРИСТАННІ ФАЗОВОЇ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВЗАЄМНОЇ СПЕКТРАЛЬНОЇ ГУСТИНИ ПОТУЖНОСТІ	7
Володимир Юзевич, Петро Сопрунюк, Ярослав Підгірняк, Орест Гук, Павло Луговий. МЕТОДИКА ОПРАЦЮВАННЯ ВИМІРЮВАЛЬНОЇ ІНФОРМАЦІЇ ПРО ПОВЕРХНЕВУ ЕНЕРГІЮ НАНОКРИСТАЛІЧНИХ ІНТЕРМЕТАЛІДІВ	13

МЕТРОЛОГІЯ ТА СТАНДАРТИЗАЦІЯ

Богдан Колпак. НОВІ ПІДХОДИ ДО ОЦІНКИ ВІРОГІДНОСТІ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ КОНТРОЛЮ І ФУНКЦІОНУВАННЯ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМИ ПРОЦЕСАМИ (АСКТП)	21
Орест Івахів. НОРМУВАННЯ ПОХИБОК БАГАТОКАНАЛЬНИХ ЗАСОБІВ ВИМІРЮВАННЯ	27
Віталій Нічога, Любомир Сопільник, Петро Дуб. ГАРМОНІЗАЦІЯ СТАНДАРТІВ СХІДНОЄВРОПЕЙСЬКИХ КРАЇН ЗА ГРАНИЧНОДОПУСТИМИМИ РІВНЯМИ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ПОЛІВ	33
Сергій Прохоренко, Богдан Стадник. ГОМОГЕНІЗАЦІЯ ЕВТЕКТИЧНОГО РОЗТОПУ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕПЕРА ШЛЯХОМ ВІБРООБРОБКИ	44

ЗАСОБИ ВИМІРЮВАНЬ ЕЛЕКТРИЧНИХ ТА МАГНІТНИХ ВЕЛИЧИН

Євген Походило. ОБ'ЄКТИ ІМІТАНСНИХ ВИМІРЮВАНЬ У КВАЛІМЕТРІЇ	47
Євген Поліщук. ДО МЕТОДУ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ АНАЛОГІЙ ТА ПОНЯТТЯ МАГНІТНОГО ОПОРУ	54

ЗАСОБИ ВИМІРЮВАНЬ ТЕПЛОВИХ ВЕЛИЧИН

Болеслав Гладий, Андрій Масни. ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ ТЕПЛОВИХ ШУМІВ ЗА ДОПОМОГОЮ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ORCAD CAPTURE CIS	57
Володимир Водотовка, Геннадій Юрчик. ВИСОКОТОЧНИЙ ВИМІРЮВАЧ НАДВИСОКОЧАСТОТНОЇ ПОТУЖНОСТІ З ПОГЛИНАЮЧОЮ СТІНКОЮ І ТЕРМОЕЛЕКТРИЧНИМ ОХОЛОДЖЕННЯМ	63

Наталія Гоц. СКАНУВАЛЬНИЙ ПІРОМЕТР НА ОСНОВІ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНОГО ПРИВОДУ	67
Василь Паракуда, Михайло Семерак. МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ І РОЗРАХУНОК ПОХИБКИ ВИСОКОТЕМПЕРАТУРНИХ ТЕРМОПЕРЕТВОРЮВАЧІВ	71
Якуб Войтурський, Адам Ковальчик, Михайло Дорожовець, Богдан Стадник. ДІАГНОСТИКА СТАТИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРОМИСЛОВИХ РЕЗИСТИВНИХ СЕНСОРІВ ТЕМПЕРАТУРИ МЕТОДОМ ВНУТРІШНЬОГО ЗБУДЖЕННЯ	76
Олександр Гук. ЗАХИСНІ ПОКРИТТЯ ТЕРМОЕЛЕКТРОДІВ ЯК ЕФЕКТИВНИЙ СПОСІБ ПОКРАЩАННЯ ТЕХНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕРМОЕЛЕКТРИЧНИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ.....	82

ВИМІРЮВАЛЬНІ ПЕРЕТВОРЮВАЧІ ТА СЕНСОРІ

Євген Пістун, Галина Леськів. МАТЕМАТИЧНИЙ ОПИС СТРУКТУР ПОБУДОВИ СХЕМ ВИМІРЮВАЛЬНИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ	87
Ореста Бандирська. ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ ОПТИМАЛЬНИХ СТРУКТУРНИХ ПРОПОРЦІЙ ДЛЯ ПРОЕКТУВАННЯ ЗАСОБІВ ВИМІРЮВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ	93
Олексій Павлов, Володимир Гальченко. НЕЛІНІЙНИЙ СИНТЕЗ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ДАВАЧІВ ЛІНІЙНИХ ПЕРЕМІЩЕНЬ	96
Василь Ячук. ПОКРАЩАННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ДЕЛЬТА-СИГМА АЦП У РОБОЧИХ УМОВАХ ЕКСПЛУАТАЦІЇ	101
Ростислав Дейнека. НИЗЬКОЧАСТОТНИЙ РЕЗОНАНС ВЕДУЧОГО ВУЗЛА МАГНІТОФОНА.....	106

ВИМІРЮВАЛЬНІ СИСТЕМИ

Василь Смичок, Олексій Бурнаєв, Петро Ванкевич. ЦИФРОВЕ УЩІЛЬНЕННЯ ТЕЛЕМЕТРИЧНОГО КАНАЛУ ПЕРЕДАЧІ ДАНИХ ТЕМПЕРАТУРНО-ВІТРОВОГО ЗОНДУВАННЯ АТМОСФЕРИ З ЗАДАНИМ РІВНЕМ ПОХИБКИ	109
Юрій Наконечний. МЕТОДИ НАВЧАННЯ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ	114
Ігор Шигера. ДОДАТКОВА ПОХИБКА В РІЗНИЦЕВО-АДАПТИВНИХ СИСТЕМАХ	118

ПРОБЛЕМИ ВИМІРЮВАНЬ У НАРОДНОМУ ГОСПОДАРСТВІ

<i>Василь Мотало. АНАЛІЗ ШЛЯХІВ ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ВИМІРЮВАННЯ МОДУЛЯ ПРУЖНОСТІ ІЗОТРОПНИХ МАТЕРІАЛІВ</i>	<i>121</i>
<i>Міхаель Палоц-Андрезен. МОБІЛЬНА СИСТЕМА АНАЛІЗУ ВОДИ ТА СТІЧНИХ ВОД MobilTOS</i>	<i>127</i>
<i>Михайло Дорожсовець, Василь Друзюк. МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ РОЗПОДІЛУ КОНЦЕНТРАЦІЇ В АТМОСФЕРІ ЗАБРУДНЕНЬ, ЩО ВИКИДАЮТЬСЯ З ТОЧКОВОГО ДЖЕРЕЛА</i>	<i>131</i>

Збірник наукових праць

ВИМІРЮВАЛЬНА ТЕХНІКА ТА МЕТРОЛОГІЯ

МІЖВІДОМЧИЙ НАУКОВО-ТЕХНІЧНИЙ ЗБІРНИК

Видається з 1965 року

Випуск 61

Редактор *Оксана Чернигевич*

Комп'ютерне складання *Наталії Максимюк*

Художник-дизайнер *Уляна Келеман*

Здано у видавництво 9.02.2002. Підписано до друку 26.09.2002.
Формат 60×84/8. Гарнітура Times. Папір офсетний. Друк на різнографі.

Умовн. друк. арк. 15,8. Облік.-видавн. арк. 14,1.

Наклад 200 прим. Зам. 30020.

Видавництво Національного університету "Львівська політехніка"

Реєстраційне свідоцтво серії ДК № 751 від 27.12.2001 р.

Поліграфічний центр Видавництва

Національного університету "Львівська політехніка"

вул. Ф.Колесси, 2, 79000, Львів

