

ведення комплексного радіоекологічного моніторингу наземних екосистем у районах розташування АЕС.

1. Анализ радиационной и экологической безопасности окружающей среды в районах расположения АЭС Украины: Отчет о НИР (промежуточ.) / Укр. НИИ экологич. проблем. – Харьков, 2007. – 301 с.
2. *Бабаев Н.С.* Ядерная энергетика, человек и окружающая среда / Н.С. Бабаев, В.Ф. Демин, Л.А. Ильин [и др.]. – М.: Энергоатомиздат, 1984. – 312 с.
3. *Бадяев В.В.* Охрана окружающей среды при эксплуатации АЭС / В.В. Бадяев, Ю.А. Егоров, С.В. Казаков. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 224 с.
4. *Барбашев С.В.* Система комплексного радіоекологічного моніторингу районів розташування АЕС України : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра техн. наук : спец. 05.14.14 „Теплові та атомні енергоустановки” / С.В. Барбашев. – Одеса, 2009. – 36 с.
5. *Крышев И.И.* Экологическая безопасность ядерно-энергетического комплекса России / И.И. Крышев, Е.П. Рязанцев. – М.: ИздАТ, 2000. – 384 с.
6. *Лисиченко Г.В.* Методологія оцінювання екологічних ризиків / Г.В. Лисиченко, Г.А. Хміль, С.В. Барбашев. – О. : Астропринт, 2011. – 368 с.
7. *Махонько К.П.* Контроль за радиоактивным загрязнением природной среды в окрестностях АЭС / К.П. Махонько, А.Н. Силантьев, И.Г. Шкуратова. – Л.: Гирометеоиздат, 1985. – 136 с.
8. Моніторинг довкілля : підручник / [Боголюбов В.М., Клименко М.О., Мокін В.Б. та ін.] ; під ред. В.М. Боголюбова. – 2-е вид., перероб. і доп. – Вінниця : ВНТУ, 2010. – 232 с.

Поступила 25.9.2013р.

УДК 621.396

Л. Б. Ліщинська, Я. С. Ткачук, С. Є. Фурса, М. А. Філінюк, Вінниця

ОПТИМІЗАЦІЯ ПАРАМЕТРІВ ДАВАЧІВ НА ОСНОВІ УЗАГАЛЬНЕНОГО ПЕРЕТВОРЮВАЧА ІМІТАНСУ

Abstract. In this paper, the parameters optimization was conducted for the sensor, formed by a combination of generalized immitance convertor and immitance primary measuring transducer. For this purpose the mathematical model of the sensor was developed and verified.

Вступ

Однією з актуальних задач вимірювальної техніки є підвищення чутливості давачів. Найбільш характерними шляхами вирішення цієї задачі є: розробка більш чутливих первинних вимірювальних перетворювачів (ПВП) [1]; використання негасенсорів [2]; використання різноманітних комбінацій

ПВП та LC-негатронів [3]; використання узагальнених перетворювачів імітансу (УПІ) в комбінації з резистивним, ємнісним або індуктивним ПВП [4], а також комбінації ПВП з операційними підсилювачами [5].

Найважливішою перевагою використання УПІ є можливість реалізації активних генераторних давачів у НВЧ діапазоні, а також можливість застосування при їх реалізації низькодобротних ємнісних та індуктивних ПВП. При проектуванні таких давачів виникає необхідність рішення ряду задач оптимізації: знаходження виду УПІ, при використанні якого забезпечується максимальна чутливість давача; знаходження оптимального значення імітансу ПВП; знаходження діапазону зміни імітансу ПВП, в якому доцільно використання такого давача.

Мета і задачі дослідження

Метою дослідження є оптимізація параметрів давача, утвореного комбінацією УПІ та імітансного ПВП. Для досягнення цієї мети в роботі вирішуються наступні задачі:

- розробка математичної моделі давача, яка враховує параметри імітансного ПВП та УПІ та забезпечує пошук найбільш оптимальних видів УПІ з точки зору досягнення максимальної чутливості давача;
- аналітичне визначення оптимального значення імітансу ПВП;
- знаходження діапазону зміни імітансу ПВП, в якому доцільно використання такого давача.

Розробка математичної моделі давача

Розробку математичної моделі давача проводимо при таких граничних умовах:

- структурна схема давача (рис. 1а) утворена УПІ, на вході якого ввімкнений імітансний ПВП;
- імітансний ПВП може бути або резистивним ($ReW_e > 0, ImW_e \approx 0$), або реактивним ($ReW_e \approx 0, ImW_e \neq 0$);
- всі види ПВП є пасивними ($ReW_e \geq 0$);
- давач працює в малосигнальному режимі;
- частотний діапазон обмежений лише частотним діапазоном роботи УПІ;
- інформаційним параметром давача є зміна перетвореного імітансу $W_{вих}$ на виході УПІ.

Враховуючи, що давач працює в малосигнальному режимі, його вихідний імітанс $W_{вих}$ залежить від параметрів імітансної матриці УПІ ($W_{11}, W_{12}, W_{21}, W_{22}$) та перетвореного імітансу W_e ПВП. У загальному випадку ця залежність описується виразом [6]

$$W_{вих} = W_{11} - W_{12} \cdot W_{21} / (W_{22} + W_e). \quad (1)$$

Після перетворення (1), знаходимо:

$$Re W_{вих} = Re W_{22} - (m_1 + \sigma_e \cdot m_2) / (1 + \sigma_e^2) \cdot Re(W_{11} + W_e), \quad (2)$$

$$Im W_{вих} = Im W_{22} + (\sigma_e \cdot m_1 - m_2) / (1 + \sigma_e^2) \cdot Re(W_{11} + W_e). \quad (3)$$

де $m_1 = \text{Re}(W_{12} \cdot W_{21})$, $m_2 = \text{Im}(W_{12} \cdot W_{21})$, $\sigma_z = \text{Im}(W_{11} + W_z) / \text{Re}(W_{11} + W_z)$ – приведенне значення повного імітансу ПВП.

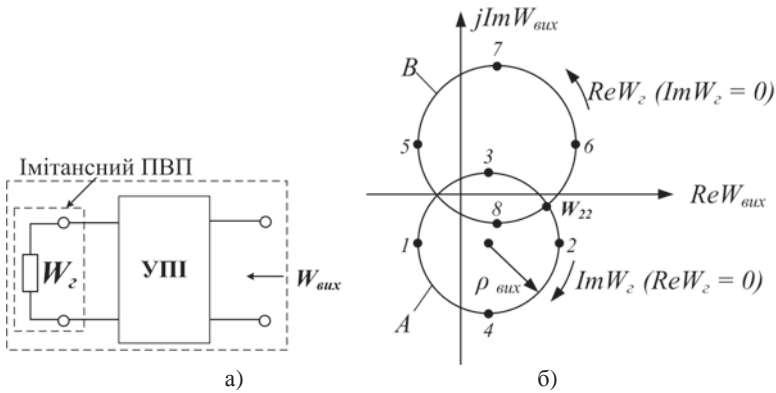


Рисунок 1 – Структурна схема давача, утвореного імітансним ПВП та УПІ (а) та його вихідні імітансні кола при зміні $\text{Im}W_z (\text{Re}W_z = 0)$ та $\text{Re}W_z (\text{Im}W_z = 0)$ (б)

Система рівнянь (2), (3) є математичною моделлю давача, що розглядатися, яка враховує як параметри імітансного ПВП ($\text{Re}W_z, \text{Im}W_z$), так і параметри УПІ ($W_{11}, W_{12}, W_{21}, W_{22}$).

З урахуванням того, що всі параметри, які входять у (2) та (3), є комплексними, відповідно до теорії конформних відображень [7], на комплексній площині залежність перетвореного імітансу W_{oux} давача від зміни імітансних параметрів W_z ПВП представляє кола (рис. 1 б) з рядом характерних точок на цих колах:

- екстремальні точки 3 і 7, які характеризують максимально-досяжні значення уявної складової перетвореного імітанса;
- екстремальні точки 4 і 8, які характеризують мінімально-досяжні значення уявної складової перетвореного імітанса;
- екстремальні точки 1 і 5, які характеризують мінімально-досяжні значення дійсної складової перетворюваного імітанса;
- екстремальні точки 2 і 6, які характеризують максимально-досяжні значення дійсної складової перетворюваного імітанса.

Кожній з цих характерних точок відповідає певне значення чутливості давача, яка описується рівнянням похідної вихідного імітансу W_{oux} за перетворюваним імітансом давача W_z . Оскільки чутливість визначається на основі двох кіл, одне з яких утворюється зміною уявної складової імітансу W_z , а інше – зміною дійсної складової, існує чотири варіанти, де можливе досягнення максимальної чутливості давача:

- 1) в точках 1 і 2, коли $\partial \text{Re} W_{oux} / \partial \text{Im} W_z = 0, \partial \text{Im} W_{oux} / \partial \text{Im} W_z \rightarrow \max$;
- 2) в точках 3 і 4, коли $\partial \text{Im} W_{oux} / \partial \text{Im} W_z = 0, \partial \text{Re} W_{oux} / \partial \text{Im} W_z \rightarrow \max$;
- 3) в точках 5 і 6, коли $\partial \text{Re} W_{oux} / \partial \text{Re} W_z = 0, \partial \text{Im} W_{oux} / \partial \text{Re} W_z \rightarrow \max$;

4) в точках 7 і 8, коли $\partial \text{Im} W_{\text{вих}} / \partial \text{Re} W_z = 0$, $\partial \text{Re} W_{\text{вих}} / \partial \text{Re} W_z \rightarrow \max$.

Для знаходження в кожній із розглянутих екстремальних точок необхідно, щоб використований ПВП мав певне значення імітансного параметра $W_{z,\text{opt}}$, яке будемо враховувати оптимальним.

Оптимізація параметрів

В точках 1 і 2 імітансного кола А маємо $\text{Re} W_z = 0$, отже $\sigma_{z,\text{Im}} = \text{Im}(W_{11} + W_z) / \text{Re} W_{11}$. Тоді для даного кола в цих точках справедливими будуть рівності

$$\frac{\partial \text{Re} W_{\text{вих}}}{\partial \sigma_{z,\text{Im}}} = 0,$$

(4)

$$\frac{\partial \text{Im} W_{\text{вих}}}{\partial \sigma_{z,\text{Im}}} \rightarrow \max.$$

(5)

Підставляючи у (4) вираз (2) знаходимо

$$\frac{\partial \text{Re} W_{\text{вих}}}{\partial \sigma_{z,\text{Im}}} = \frac{\sigma_{z,\text{Im}}^2 \cdot m_2 + 2m_1 \cdot \sigma_{z,\text{Im}} - m_2}{\text{Re} W_{11} (1 + \sigma_{z,\text{Im}}^2)^2},$$

(6)

Розв'язавши рівняння (6), знаходимо $\sigma_{z,\text{opt}(1,2)}$

$$\sigma_{z,\text{opt}(1,2)} = \frac{-m_1 \pm \sqrt{m_1^2 + m_2^2}}{m_2}.$$

(7)

Перетворивши (7), знаходимо оптимальне значення перетворюваного реактивного імітансу $\text{Im} W_z$ ПВП, що забезпечує максимальне значення абсолютної чутливості давача в точках 1 та 2 імітансного кола:

$$\text{Im} W_{z,\text{opt}(1,2)} = \frac{[-m_1 \pm \sqrt{m_1^2 + m_2^2}] \cdot \text{Re} W_{11}}{m_2} - \text{Im} W_{11}.$$

(8)

Підставляючи вираз (3) у формулу (5), знаходимо абсолютну чутливість давача:

$$\frac{\partial \text{Im} W_{\text{вих}}}{\partial \sigma_{z,\text{Im}}} = \frac{m_1 + 2m_2 \cdot \sigma_{z,\text{Im}} - m_1 \cdot \sigma_{z,\text{Im}}^2}{\text{Re}(W_{11} + W_z) \cdot (1 + \sigma_{z,\text{Im}}^2)^2},$$

(9)

та його відносну чутливість:

$$S_{\text{Im} W_z}^{\text{Im} W_{\text{вих}}}(1,2) = \frac{\partial \text{Im} W_{\text{вих}}}{\partial \sigma_{z,\text{Im}}} \cdot \frac{\sigma_{z,\text{Im}}}{\text{Im} W_{\text{вих}}}$$

$$S_{\text{Im} W_z}^{\text{Im} W_{\text{вих}}}(1,2) = \frac{m_1 + 2m_2 \cdot \sigma_{z,\text{Im}} - m_1 \cdot \sigma_{z,\text{Im}}^2}{\text{Re}(W_{11} + W_z) \cdot (1 + \sigma_{z,\text{Im}}^2)^2} \cdot \frac{\text{Im}(W_{11} + W_z) / \text{Re} W_{11}}{\text{Im} W_{22} + \frac{\sigma_z \cdot m_1 - m_2}{(1 + \sigma_z^2) \cdot \text{Re}(W_{11} + W_z)}}.$$

(10)

В точках 3 і 4 імітансного кола А маємо $\text{Im} W_z = 0$, отже $\sigma_{z,\text{Im}} = \text{Im} W_{11} / \text{Re}(W_{11} + W_z)$. Для цих точок справедливі рівності

$$\frac{\partial \text{Re} W_{\text{вих}}}{\partial \sigma_{z,\text{Im}}} \rightarrow \max,$$

(11)

$$\frac{\partial \text{Im} W_{\text{вих}}}{\partial \sigma_{z,\text{Im}}} = 0.$$

(12)

Повторюючи дії, аналогічні попереднім, знаходимо оптимальне значення реактивного імітанса ПВП, при якому забезпечується максимальне значення абсолютної чутливості давача в точках (3) та (4) імітансного кола, а також відносну чутливість давача в цих точках:

$$\operatorname{Im} W_{\varepsilon, \text{opt}(3,4)} = \frac{\left[m_2 \pm \sqrt{m_1^2 + m_2^2} \right] \cdot \operatorname{Re} W_{11}}{m_1} - \operatorname{Im} W_{11}. \quad (13)$$

$$S_{\operatorname{Im} W_{\varepsilon}}^{\operatorname{Re} W_{\text{aux}}(3,4)} = \frac{\partial \operatorname{Re} W_{\text{aux}}}{\partial \sigma_{\varepsilon, \operatorname{Im}}} \cdot \frac{\sigma_{\varepsilon, \operatorname{Im}}}{\operatorname{Re} W_{\text{aux}}}$$

$$S_{\operatorname{Im} W_{\varepsilon}}^{\operatorname{Re} W_{\text{aux}}(3,4)} = \frac{-m_2 + 2m_1 \cdot \sigma_{\varepsilon, \operatorname{Im}} + m_2 \cdot \sigma_{\varepsilon, \operatorname{Im}}^2}{(1 + \sigma_{\varepsilon, \operatorname{Im}}^2)^2 \cdot \operatorname{Re}(W_{11} + W_{\varepsilon})} \cdot \frac{\operatorname{Im} W_{11} / \operatorname{Re}(W_{11} + W_{\varepsilon})}{\operatorname{Re} W_{22} - \frac{(m_1 + \sigma_{\varepsilon} \cdot m_2)}{(1 + \sigma_{\varepsilon}^2) \cdot \operatorname{Re}(W_{11} + W_{\varepsilon})}} \quad (14)$$

Аналогічним чином здійснюється і аналіз імітансного кола В в точках 5, 6 та 7, 8. Відмінність полягає лише у тому, що коло В формується зміною вже не реактивної складової перетворюваного імітансу $\operatorname{Im} W_{\varepsilon}$, а активною $\operatorname{Re} W_{\varepsilon}$, тобто:

в точках 5 і 6

$$\frac{\partial \operatorname{Im} W_{\text{aux}}}{\partial \sigma_{\varepsilon, \operatorname{Re}}} \rightarrow \max, \quad \frac{\partial \operatorname{Re} W_{\text{aux}}}{\partial \sigma_{\varepsilon, \operatorname{Re}}} = 0,$$

а в точках 7 і 8:

$$\frac{\partial \operatorname{Re} W_{\text{aux}}}{\partial \sigma_{\varepsilon, \operatorname{Re}}} \rightarrow \max, \quad \frac{\partial \operatorname{Im} W_{\text{aux}}}{\partial \sigma_{\varepsilon, \operatorname{Re}}} = 0.$$

В результаті знаходимо оптимальні значення імітансів ПВП та відносні чутливості в точках 5, 6 та 7, 8:

$$\operatorname{Re} W_{\varepsilon, \text{opt}(5,6)} = \frac{-\operatorname{Im} W_{11} \cdot m_2}{m_1 \mp \sqrt{m_1^2 + m_2^2}} - \operatorname{Re} W_{11}. \quad (15)$$

$$S_{\operatorname{Re} W_{\varepsilon}}^{\operatorname{Im} W_{\text{aux}}(5,6)} = \frac{\partial \operatorname{Im} W_{\text{aux}}}{\partial \sigma_{\varepsilon, \operatorname{Re}}} \cdot \frac{\sigma_{\varepsilon, \operatorname{Re}}}{\operatorname{Im} W_{\text{aux}}}, \quad S_{\operatorname{Re} W_{\varepsilon}}^{\operatorname{Re} W_{\text{aux}}(7,8)} = \frac{\partial \operatorname{Re} W_{\text{aux}}}{\partial \sigma_{\varepsilon, \operatorname{Re}}} \cdot \frac{\sigma_{\varepsilon, \operatorname{Re}}}{\operatorname{Re} W_{\text{aux}}}$$

$$S_{\operatorname{Re} W_{\varepsilon}}^{\operatorname{Im} W_{\text{aux}}(5,6)} = \frac{m_1 + 2m_2 \cdot \sigma_{\varepsilon, \operatorname{Re}} - m_1 \cdot \sigma_{\varepsilon, \operatorname{Re}}^2}{(1 + \sigma_{\varepsilon, \operatorname{Re}}^2)^2 \cdot \operatorname{Re}(W_{11} + W_{\varepsilon})} \cdot \frac{\operatorname{Im}(W_{11} + W_{\varepsilon}) / \operatorname{Re} W_{11}}{\operatorname{Im} W_{22} + \frac{(\sigma_{\varepsilon} \cdot m_1 - m_2)}{(1 + \sigma_{\varepsilon}^2) \cdot \operatorname{Re}(W_{11} + W_{\varepsilon})}} \quad (16)$$

$$\operatorname{Re} W_{\varepsilon, \text{opt}(7,8)} = \frac{\operatorname{Im} W_{11} \cdot m_1}{m_2 \pm \sqrt{m_1^2 + m_2^2}} - \operatorname{Re} W_{11}. \quad (17)$$

$$S_{\operatorname{Re} W_{\varepsilon}}^{\operatorname{Re} W_{\text{aux}}(7,8)} = \frac{-m_2 + 2m_1 \cdot \sigma_{\varepsilon, \operatorname{Re}} + m_2 \cdot \sigma_{\varepsilon, \operatorname{Re}}^2}{(1 + \sigma_{\varepsilon, \operatorname{Re}}^2)^2 \cdot \operatorname{Re}(W_{11} + W_{\varepsilon})} \cdot \frac{\operatorname{Im} W_{11} / \operatorname{Re}(W_{11} + W_{\varepsilon})}{\operatorname{Re} W_{22} - \frac{(m_1 + \sigma_{\varepsilon} \cdot m_2)}{(1 + \sigma_{\varepsilon}^2) \cdot \operatorname{Re}(W_{11} + W_{\varepsilon})}} \quad (18)$$

Відносна чутливість дозволяє знайти діапазон зміни перетворюваного імітансу ПВП, при якому $S_{\text{Im}W_c}^{\text{Im}W_{\text{вих}}} \geq 1$, тобто $\Delta\sigma = \sigma_{z \text{ max}} - \sigma_{z \text{ min}}$.

Дослідження давачів, які використовують УПШ на основі польового транзистора

В якості прикладу проведемо дослідження давача на основі УПШ, реалізованого на польовому транзисторі (ПТ) [8]. Дослідження проводилось для трьох схем включення транзистора: зі спільним стоком, витоком та затвором (рис. 3).

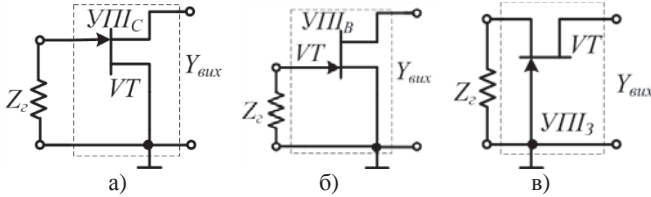


Рисунок 2 – Високочастотні схеми давачів на основі польового транзистора, включеного зі спільними стоком (а), витоком (б) та затвором (в)

При проведенні досліджень на частоті $f = 0,2 \cdot f_T = 300$ МГц використовувались виміряні експериментальним шляхом у-параметри польового транзистора типу BF545_A. За результатами чисельних розрахунків побудовано графіки залежності відносної чутливості давача від коефіцієнту σ_z для схеми включення ПТ зі спільним стоком (рис. 3, 4).

Враховуючи, що використання розглянутої структури давача доцільно при відносній чутливості більше одиниці, можливий діапазон зміни імітансу ПВП можна знайти графічно.

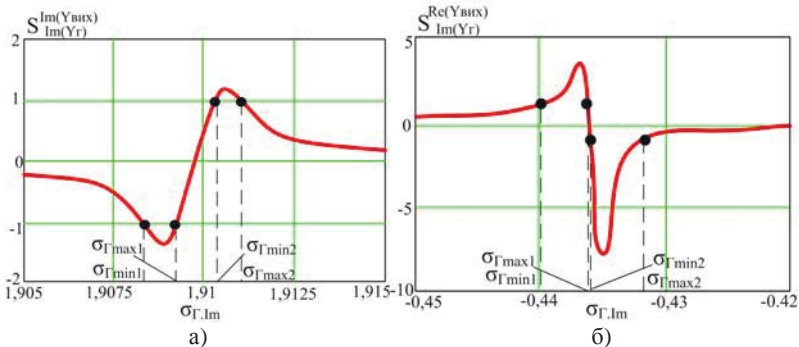


Рисунок 3 – Залежність відносної чутливості вихідної провідності давача від коефіцієнту σ_G в точках 1, 2 (а) та 3, 4 (б) кола А при $ReY_z = 0$

Як слідує з рис. 3 максимальне значення відносної чутливості давача в точках 1, 2 досягає -1,351, тобто чутливість підвищена майже в 2 рази. Можна спостерігати два діапазони зміни коефіцієнту σ_z при $S = 1$ та $S = -1$.

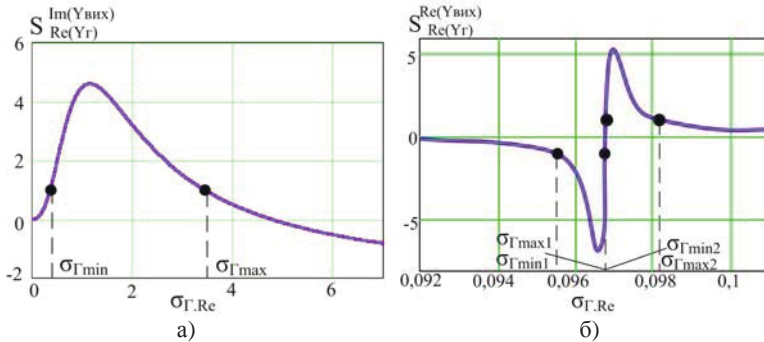


Рисунок 4 – Залежність відносної чутливості вихідної провідності давача від коефіцієнту σ_{Γ} в точках 5, 6 (а) та 7, 8 (б) кола В при $ImY_{\sigma} = 0$

Аналіз графіка на рис. 4 дозволяє зробити висновок про можливість п'ятикратного збільшення чутливості ПВП в точках (5, 6) та (7, 8). Діапазон зміни коефіцієнту σ_{σ} при $S = 1$ у точках 5 і 6 складає (0,37 – 3,45), а в точках 7 і 8 – (0,095 – 0,096) та (0,097 – 0,098). При цьому значення перетвореного імітансу W_{σ} складають (85,1 – 870) Ом для точок 5 і 6 та (21,9 – 22,25) Ом і (22,27 – 22,6) Ом для точок 7 і 8.

Аналогічні залежності отримано і для двох інших схем включення ПТ. Узагальнені результати для всіх трьох випадків представлені у табл. 1.

Таблиця 1

Значення параметрів давача на основі УПІ, реалізованого на ПТ

ПТ ввімкнений по схемі зі спільним током						
Точки кола А та В	$S = \frac{\partial X}{\partial \sigma_{\sigma}} \cdot \frac{\sigma_{\sigma}}{X}$	$\Delta \sigma_{\sigma}$	ΔZ_{σ}	$\sigma_{\sigma opt}$	$\frac{\Delta \sigma_{\sigma}}{\sigma_{\sigma opt}}, \%$	$\frac{\Delta \sigma_{\sigma ep}}{\sigma_{\sigma opt}}, \%$
1, 2	-1,29 2,15	$4,2 \cdot 10^{-3}$ $1,9 \cdot 10^{-3}$	0,1 нГн 0,05 нГн	31,418 31,422	0,013 0,006	0,007 0,003
3, 4	-1,268	0,8	0,005 нГн	27,722	0,029	1,44
5, 6	4,381	-	-	2,73	-	-
7, 8	-1,53	1,1137	265 Ом	1,099	101,34	50,67
ПТ ввімкнений по схемі зі спільним витоком						
1, 2	-1,351 1,265	$1,7 \cdot 10^{-3}$ $0,9 \cdot 10^{-3}$	0,0061 нГн 0,0037 нГн	1,908 1,911	0,089 0,047	0,045 0,024
3, 4	-7,7 4,03	$3,6 \cdot 10^{-3}$ $4,5 \cdot 10^{-3}$	0,012 нГн 0,015 нГн	0,437 0,435	0,82 1,03	0,41 0,52
5, 6	4,6	3,08	784,9 Ом	1,153	267,13	133,56
7, 8	-7,2 5,52	$1,27 \cdot 10^{-3}$ $1,28 \cdot 10^{-3}$	0,35 Ом 0,335 Ом	0,0965 0,0969	1,32 0,98	0,65 0,49
ПТ ввімкнений по схемі зі спільним затвором						
1, 2	-5,86 4,93	0,95 0,79	0,82 мкГн 0,69 мкГн	-0,44 0,388	-215,9 203,61	-107,95 101,8
3, 4	5,58	3,52	10,9 Ом	-0,77	-457,14	-228,57
5, 6	2,52	0,6	2564,9 Ом	0,54	111,11	55,56
7, 8	4,2	-	-	0,8	-	-

Аналіз даних таблиці показує, що найбільше значення чутливості спостерігається в точках 3 і 4 кола А, а також точках 7 і 8 кола В у випадках, коли ПТ включений по схемі зі спільним витоком. Для кола А найбільша чутливість складає -7,7 в точках 3 і 4 при включенні ПТ зі спільним витоком, 4,81 – в точках 5, 6 при включенні ПТ зі спільним стоком та -5,86 у точках 1 і 2 при включенні ПТ зі спільним затвором.

Найширший діапазон зміни коефіцієнту σ_z , а отже і діапазон зміни перетворюваного опору Z_z , спостерігається в точках 3 та 4 кола А при включенні ПТ із загальним затвором. Зміна величини опору складає 10,9 Ом. Для кола А це значення складає 0,82 мкГн в точках 1 і 2 кола А. При включенні ПТ зі спільним витоком ці значення складають 0,015 нГн в точках 3 і 4 та 784,9 Ом в точках 5 і 6. У випадку включення ПТ зі спільним затвором в точках 7 та 8 кола В відсутні діапазони зміни коефіцієнту σ_z та перетворюваного опору Z_z . Вони представлені у вигляді одиничних значень, які складають $\sigma_z = 0,4$ та $Z_z = 235$ Ом.

Висновки

1. Розроблено узагальнену математичну модель давача, утвореного комбінацією УПІ та ПВП, яка враховує їх основні параметри, що забезпечує пошук найбільш оптимальних видів УПІ з точки зору досягнення максимальної чутливості давача, а також аналітичне визначення оптимального імітансу ПВП. Показано можливість використання розробленої математичної моделі для знаходження діапазону зміни імітансу ПВП, в якому доцільно використання такого давача.

2. В якості прикладу проведено дослідження давачів на основі УПІ, реалізованих на польових транзисторах, які показали:

- для узагальненого перетворювача імітансу, реалізованого на ПТ, включеному по схемі зі спільним стоком, максимальне значення чутливості S складає 4,381 в точках 5 і 6 при $\sigma_{zopt} = 2,73$, а найширші діапазони зміни коефіцієнту σ_z та перетворюваного опору Z_z спостерігається в точках 7, 8 кола В і становлять $\Delta\sigma_z = 1,1137$ та $\Delta Z_z = 265$ Ом відповідно.

- для УПІ на ПТ, включеному по схемі зі спільним витоком, максимальна чутливість $S = -7,7$ в точках 3, 4 при $\sigma_{zopt} = 0,437$. Найширший діапазон зміни коефіцієнту σ_z та перетворюваного опору Z_z спостерігається в точках 5, 6 і становлять $\Delta\sigma_z = 3,08$ та $\Delta Z_z = 784,9$ Ом відповідно.

- для УПІ на ПТ, включеному по схемі зі спільним затвором, найбільша чутливість становить -5,86 при $\sigma_{zopt} = -0,44$ у точках 1 та 2 кола А. Найширший діапазон зміни коефіцієнту σ_z спостерігається в точках 3 і 4 кола А і складає відповідно $\Delta\sigma_z = 3,52$, а найширший діапазон зміни перетворюваного опору Z_z , спостерігається в точках 5, 6 і становить $\Delta Z_z = 2564,9$ Ом.

1. *Рабочий А. А.* Повышение чувствительности преобразователей с датчиками, использующими резисторные и ёмкостные сенсорные элементы // Научный журнал «Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии». - Орел:

Госуниверситет– УНПК, 2012. - №5. - с. 104-107. – ISSN: 2073-7408

2. *Molchanov P. A.* Sensitivity of optical negasensors / P. A. Molchanov, I. M. Petrosyuk, O. V. Asmolova, A. V. Luchenko // MWP, Conference Proceedings. – 2003. – Vol. 3. – 2 – 7 pp.

3. *Філінюк М. А.* LC-негатрони та їх застосування: монографія / М. А. Філінюк, О. О. Лазарєв, О. В. Войцеховська. – Вінниця: ВНТУ, 2012. – 308 с. – ISBN 978-966-641-452-9

4. *Войцеховська О. В.* Нелінійні властивості комбінованих транзисторних негатронів та пристроїв автоматики на їх основі: дис. канд. тех. наук: 05.13.05 / Войцеховська Олена Валеріївна. – Вінниця, 2007. – 176 с.

5. *Ларин В. Ю., Винниченко Н. Г.* Способы повышения чувствительности датчиков с ферромагнитными первичными преобразователями // Наукові праці ДонНТУ. – Донецьк: ДНТУ, 2011. – Випуск 107. – 191-198 с.

6. *Сигорский В. П., Петренко А. И.* Основы Теории электронных схем. – К.: «Техніка», 1967. – 609 с.

7. *Маркушевич А. И.* Комплексные числа и конформные отображения. / А. И. Маркушевич. – М.: Наука, 1980. – 56 с.

8. *Богачев В. М.* Транзисторные усилители мощности / В. М. Богачев, В. В. Никифоров. – М.: Энергия, 1978. – 344 с.

Поступила 16.9.2013р.

УДК 519.6 : 504.064

В.О. Артемчук, м. Київ

ВИКОРИСТАННЯ GPS-ОРІЄНТОВАНИХ СЕРВІСІВ ПРИ ОПТИМІЗАЦІЇ МЕРЕЖІ МОНІТОРИНГУ СТАНУ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ

Abstract. The paper describes the benefits of using GPS-centric services while optimizing the network monitoring air quality. Show examples of such services and the prospects for their use in Ukraine for environmental problems of air.

Вступ. Зростання технічного потенціалу людства призводить до того, що моніторинг та попередження забруднення атмосферного повітря стали обов'язковою частиною природоохоронної діяльності всіх розвинених держав. В рамках 7-ї Рамкової програми розробляються заходи щодо формування комплексних мереж моніторингу стану атмосферного повітря (МСАП). Останнім часом з'явилася низка публікацій, присвячених створенню систем МСАП на основі безпроводних сенсорних мереж, що надають можливість фіксувати як метеодані, так і концентрацій забруднюючих домішок, та надавати отриману інформації в режимі реального часу.

Дослідження світового досвіду свідчить про ефективність та перспективність сенсорних мереж як аналізаторів якості повітряного