

2. Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений: Пер. с англ. / Под ред. Чочиа П.А. – М.: Техносфера, 2005. – 1072 с.
3. Сэлмон Д. Сжатие данных, изображений и звука. – М.: Техносфера, 2004. – 368 с.
4. Миано Дж. Форматы и алгоритмы сжатия изображений в действии. – М.: Триумф, 2003. – 336 с.: ил.

Надійшла 8.2.2010 р.

УДК 621.396.6

О.В. ВОЙЦЕХОВСЬКА, О.О. ЛАЗАРЄВ, Л.Б. ЛПЦИНСЬКА
Вінницький національний технічний університет

ПОМНОЖУВАЧ ІНДУКТИВНОСТІ НА L-НЕГАТРОНІ

В статті представлено математичну модель помножувача індуктивності на L-негатроні та надано результати комп'ютерного моделювання схеми помножувача індуктивності на базі схемотехнічного аналога L-негатрона.

In the article the mathematical model of inductance multiplier on a L-negatron is presented and the computer design results of descriptions of inductance multiplier based on analog circuitry of L-negatron are shown.

Ключові слова: помножувач індуктивності, L-негатрон, коефіцієнт помноження індуктивності.

Вступ

Подальший розвиток сучасної мікроелектроніки пов'язаний зі збільшенням функціональних можливостей електронних пристроїв інформаційно-вимірювальних систем. Підвищення надійності та технічних характеристик таких пристроїв досягається за рахунок виготовлення в одному технологічному циклі окремих радіоелектронних блоків, що працюють в широкому частотному та температурному діапазонах. Це, в свою чергу, викликає проблему реалізації інтегральної індуктивності, яка входить до складу таких важливих елементів кіл, як коливальні контури автогенераторів, фільтрів, кіл корекції частотних елементів і т.д. Проблема вирішується шляхом використання плівкових індуктивностей і гіраторів. Величини індуктивності та добротності в тонкоплівкових котушках індуктивності пропорційно залежать від геометричних розмірів, що обмежує можливість мініатюризації пристроїв, а гіраторні індуктивності мають обмежений частотний діапазон, велике споживання енергії, необхідність використання великої кількості транзисторів, що знижує їх стабільність. Вирішити дані проблеми можливо шляхом використання помножувачів індуктивності.

Постановка задачі дослідження

Існує декілька варіантів реалізації індуктивності.

По-перше, це напівпровідникові аналоги реактивностей, які виготовляються за технологією інтегральних мікросхем та мають малі габарити, низьку вартість та підвищену надійність [1]. Напівпровідникові аналоги індуктивності виконують функцію дрютяної індуктивності, але, на відміну від неї не запасують магнітної енергії та не піддаються впливу магнітних полів від інших джерел енергії. Крім того, аналоги індуктивності мають більшу добротність на високих частотах. В таких аналогах індуктивності в якості активного елемента використовуються операційні підсилювачі (мають високу температурну стабільність але обмежений частотний діапазон), та транзистори (мають більш ширший частотний діапазон). Крім того, існують аналоги індуктивності на основі пристроїв з від'ємним диференціальним опором, які характеризуються простотою та малою кількістю елементів, а деякі з них дозволяють отримати параметри, не завжди досяжні при використанні традиційних методів побудови (еквіваленти *p-n-p-n*-структури) [2, 3].

По-друге, це застосування помножувача індуктивності на конверторі імітансу, узагальнену схему якого показано на рис. 1а. Помножувач індуктивності – активний чотириполюсник, величина індуктивності між однією з пар клем якого пропорційно залежить від величини індуктивності, підключеної до іншої пари клем.

До основних параметрів такого помножувача індуктивність відносяться:

1. Коефіцієнт множення індуктивності $K_L = \frac{L_2}{L_1}$, де L_1 – величина помножуваної індуктивності,

L_2 – величина помноженої індуктивності.

2. Мінімальна частота $f_{y\min}$ та максимальна частота $f_{y\max}$ помноження індуктивності, де $K_L(f_{y\min}) = 1$, $K_L(f_{y\max}) = 1$.

3. Абсолютна смуга частот помноження індуктивності $\Delta f_y = f_{y\max} - f_{y\min}$.

4. Коефіцієнт помноження добротності $K_Q = \frac{Q_2}{Q_1}$, де Q_1 – добротність котушки індуктивності, що

помножується, Q_2 – добротність реалізованої котушки індуктивності.

Дослідження такого помножувача індуктивності на польовому транзисторі Шоттки, схему якого подано на рис. 1б, показало, що можна досягнути підвищення значення індуктивності в 10 разів, однак це підвищення індуктивності досягається лише в невеликій смузі частот [4-6].

З метою усунення недоліків, притаманних існуючим помножувачам індуктивності, реалізуємо помножувач індуктивності за допомогою L -негатрона. L -негатрон – це такий клас індуктивних елементів і їх схемотехнічних аналогів, у яких на вебер-амперній характеристиці існує ділянка, де диференціальна індуктивність $L_{-} < 0$, тобто вони мають від’ємну диференціальну індуктивність [7].

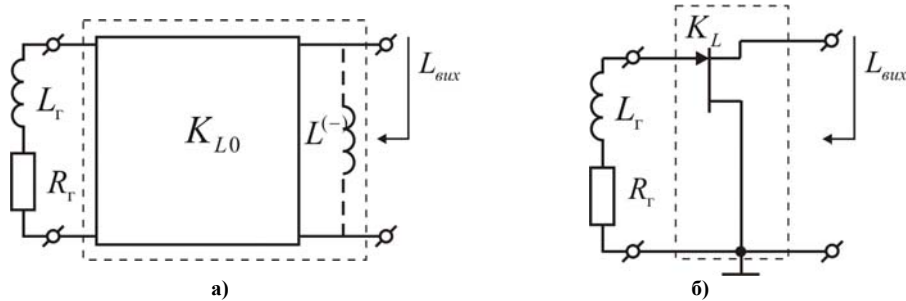


Рис. 1. Узагальнена структурна схема помножувача індуктивності (а) та його реалізація на польовому транзисторі (б)

Аналіз основних параметрів помножувача індуктивності

Підключимо паралельно перетворюваній індуктивності $L_{\text{вих}}$ L -негатрон. Структурну схему такого помножувача індуктивності показано на рис. 1а, де L -негатрон позначено як $L^{(-)}$.

Для такого помножувача індуктивності перетворена індуктивність буде мати вигляд:

$$L_p = \frac{L_{\text{вих}} \cdot L^{(-)}}{L_{\text{вих}} + L^{(-)}} = \frac{L_{\Gamma} \cdot K_{L0} \cdot L^{(-)}}{L_{\Gamma} \cdot K_{L0} + L^{(-)}}, \quad (1)$$

де K_{L0} – коефіцієнт перетворення індуктивності, при $L^{(-)} = 0$.

При цьому, перетворена індуктивність L_p більша за перетворювану L_{Γ} в K_L разів

$$K_L = \frac{L_p}{L_{\Gamma}} = \frac{K_{L0} \cdot L^{(-)}}{L^{(-)} \cdot K_{L0} + L^{(-)}}, \quad (2)$$

а коефіцієнт підвищення значення перетвореної індуктивності β_L дорівнює $\beta_L = \frac{L^{(-)}}{L_{\text{вих}} + L^{(-)}}$.

Графіки залежностей перетвореної індуктивності L_p та коефіцієнта помноження індуктивності K_L від індуктивності негатрона $L^{(-)}$ для різних значень перетворюваної індуктивності показано на рис. 2.

Аналіз графіків та формул (1), (2) показує, що $L_p > L_{\Gamma}$, коли $|L^{(-)}| > L_{\Gamma}$ та $L + L^{(-)} \rightarrow 0$, а коефіцієнт помноження індуктивності зростає із зменшенням $L^{(-)}$ та досягає максимального значення 101 при $L + L^{(-)} \rightarrow 0$.

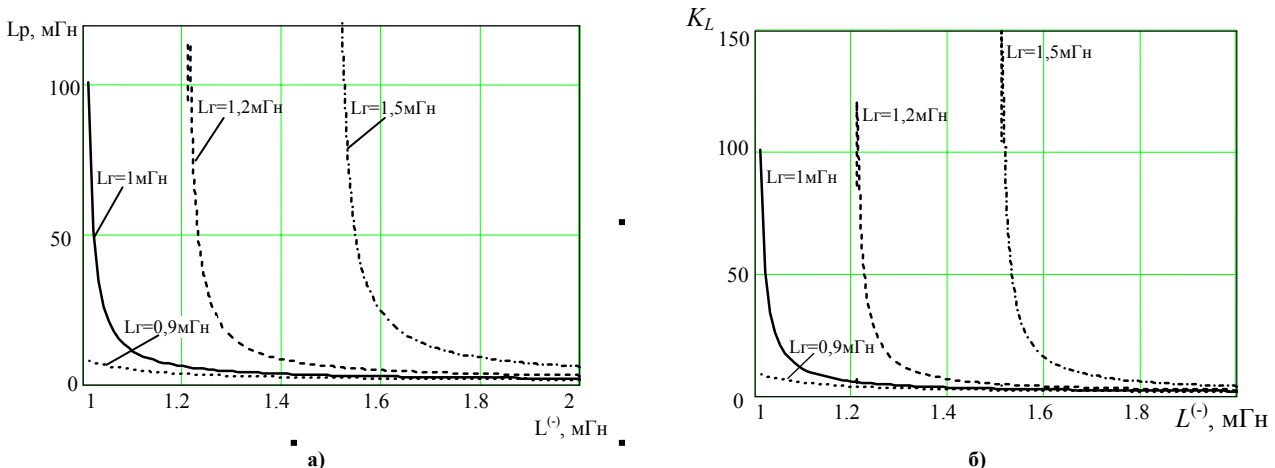


Рис. 2. Залежність перетворюваної індуктивності а) та коефіцієнта помноження індуктивності б) від індуктивності негатрона при різних значеннях перетворюваної індуктивності

Теоретично, як видно з (2), коефіцієнт помноження індуктивності K_L не залежить від частоти, що свідчить про можливість використання такого помножувача індуктивності в широкому частотному діапазоні. На практиці частотний діапазон використання помножувача індуктивності буде обмежено внаслідок частотних залежностей використовуваних елементів схеми та впливу паразитних елементів.

Оскільки будь-яка реальна перетворювана індуктивність має свій активний опір, то доцільно визначити повний комплексний перетворений опір досліджуваної схеми:

$$Z_p = \frac{(j\omega L_{\text{вих}} + R)(j\omega L^{(-)} + R_n)}{j\omega(L_{\text{вих}} + L^{(-)}) + R + R_n}, \quad (3)$$

де R та R_n – активні опори перетворюваної та перетвореної індуктивностей, відповідно.

Виділяємо дійсну та уявну частини цього опору:

$$\begin{aligned} \operatorname{Re}(Z) &= \frac{R^2 R_n + R R_n^2 + \omega^2 (L_{\text{вих}}^2 R_n + R L^{(-)2})}{(R + R_n)^2 + (\omega L_{\text{вих}} + \omega L^{(-)})^2}, \\ \operatorname{Im}(Z) &= \omega \frac{R^2 L^{(-)} + R_n^2 L_{\text{вих}} + \omega^2 (L_{\text{вих}}^2 L^{(-)} + L_{\text{вих}} L^{(-)2})}{(R + R_n)^2 + (\omega L_{\text{вих}} + \omega L^{(-)})^2}. \end{aligned} \quad (4)$$

В цьому випадку вираз для добротності перетвореної індуктивності помножувача індуктивності на базі L-негатрона буде мати вигляд:

$$Q = \omega \frac{R^2 L^{(-)} + R_n^2 L_{\text{вих}} + \omega^2 (L_{\text{вих}}^2 L^{(-)} + L_{\text{вих}} L^{(-)2})}{R^2 R_n + R R_n^2 + \omega^2 (L_{\text{вих}}^2 R_n + R L^{(-)2})}. \quad (5)$$

Відповідно коефіцієнт помноження добротності дорівнює:

$$K_Q = \frac{(R^2 L^{(-)} + R_n^2 L_{\text{вих}} + \omega^2 (L_{\text{вих}}^2 L^{(-)} + L_{\text{вих}} L^{(-)2}))R}{(R^2 R_n + R R_n^2 + \omega^2 (L_{\text{вих}}^2 R_n + R L^{(-)2}))L_{\text{вих}}}. \quad (6)$$

Графіки частотних залежностей добротності схеми помножувача індуктивності на L-негатроні при різних значеннях активного опору втрат перетворюваної індуктивності (0,1 Ом; 0,5 Ом; 1 Ом) подано на рис. 3.

Аналіз графіків показує, що зменшення активного опору втрат перетворюваної індуктивності призводить до підвищення добротності перетвореної індуктивності. Так, при активному опорі втрат перетворюваної індуктивності 1 Ом, максимальна добротність схеми дорівнює 10, а при активному опорі втрат перетворюваної індуктивності 0,5 Ом, максимальна добротність більша 100 одиниць. В діапазоні частот до 40 кГц добротність, при певних значеннях активного опору, має від'ємне значення, що свідчить про те, що активний опір схеми є від'ємним. Це дозволяє компенсувати дисипативні втрати.

Використовуючи (1), знаходимо абсолютну чутливість перетвореної індуктивності до зміни значення перетворюваної індуктивності:

$$S(L_p, L_{\text{вих}}) = \frac{dL_p}{dL_{\text{вих}}} = \left(\frac{L^{(-)}}{L_{\text{вих}} + L^{(-)}} \right)^2. \quad (7)$$

Відносна чутливість перетвореної індуктивності визначається як

$$S_L^{L_p} = \frac{dL_p}{dL_{\text{вих}}} \cdot \frac{L_{\text{вих}}}{L_p} = \frac{L^{(-)}}{L_{\text{вих}} + L^{(-)}}. \quad (8)$$

Аналіз (7) та (8) показує, що введення від'ємної індуктивності, крім помноження індуктивності, призводить до збільшення абсолютної та відносної чутливостей перетвореної індуктивності кола до зміни значень перетворюваної індуктивності цього кола. Це є перевагою для таких пристроїв, як сенсори, та одночасно є недоліком для інших пристроїв, наприклад, фільтрів або генераторів. тобто таке вирішення поставленої задачі змінює та розширює галузі використання помножувача індуктивності на L-негатроні.

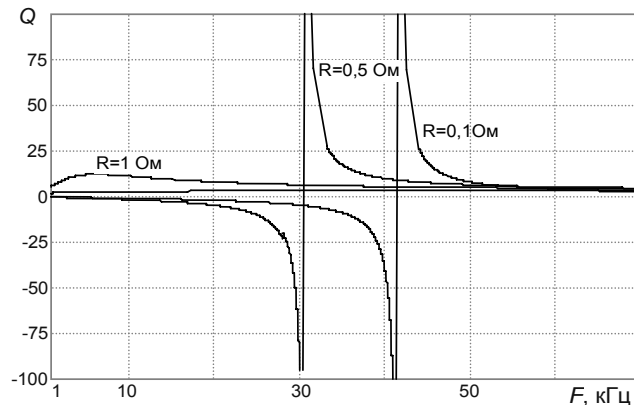


Рис. 3. Частотні залежності добротності схеми перетвореної індуктивності при різних значеннях активного опору втрат перетворюваної індуктивності

Експериментальні дослідження

Для підтвердження теоретичних результатів проведено експериментальне дослідження помножувача індуктивності на L -негатроні, в якому в якості L -негатрона використано його схмотехнічний аналог, а саме конвертор від'ємного опору мостового типу на операційному підсилювачі типу LM6261. Схему помножувача індуктивності на основі схмотехнічного аналога L -негатрона подано на рис. 4. В цій схемі реалізується від'ємна індуктивність $L^{(-)} = -L_2$ [8].

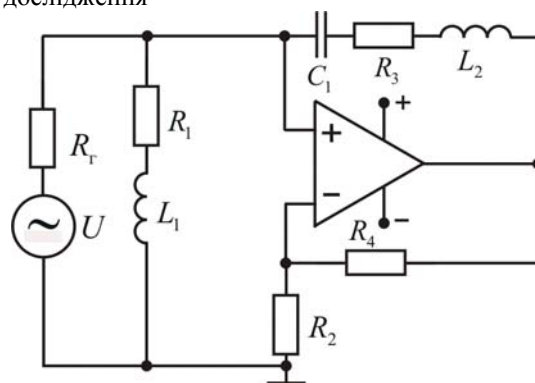


Рис. 4. Помножувач індуктивності на основі схмотехнічного аналога L -негатрона

Комп'ютерне моделювання такого помножувача індуктивності на основі схмотехнічного аналога L -негатрона проводилось в пакеті MicroCap9. Отримано залежності коефіцієнта помноження індуктивності, а також залежності L_{Σ} та K_L від індуктивності негатрона $L^{(-)}$ та від частоти, які показано рис. 5 та 6.

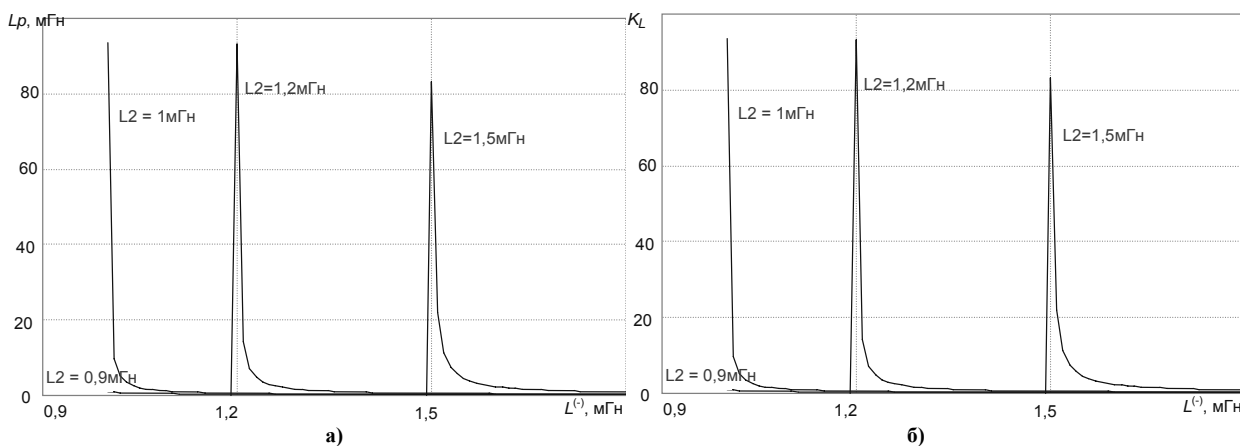


Рис. 5. Залежності перетвореної індуктивності а) та коефіцієнта помноження індуктивності б) від індуктивності негатрона помножувача індуктивності на схмотехнічному L -негатроні

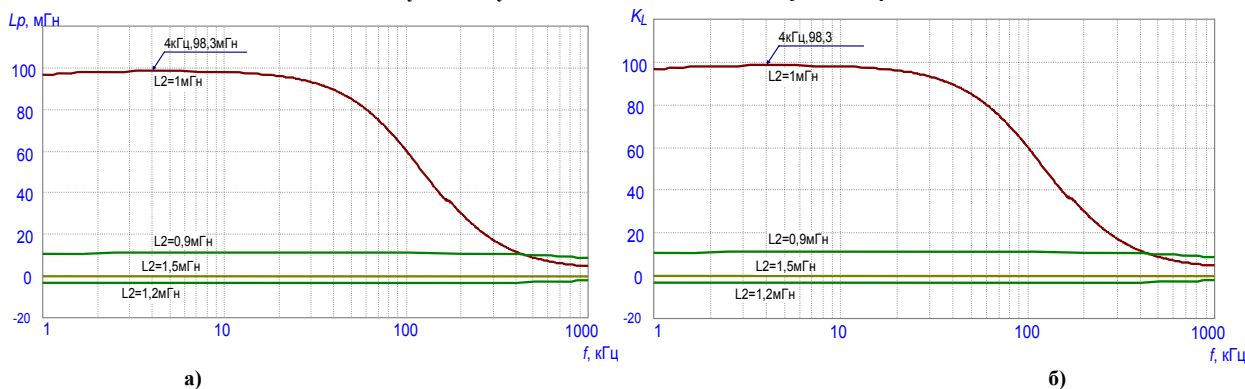


Рис. 6. Частотні залежності перетвореної індуктивності а) та коефіцієнта помноження індуктивності б) помножувача індуктивності на схмотехнічному L -негатроні

Аналіз цих графіків показує, що представлений помножувач індуктивності на основі схмотехнічного L -негатрона забезпечує помноження індуктивності в 99 разів, а значення K_L мало залежить від частоти на проміжку від 1 кГц до 80 кГц що підтверджує можливість використання даної схеми в якості помножувача індуктивності з більшим коефіцієнтом помноження індуктивності.

Висновки

1. Аналіз добротності перетвореної індуктивності помножувача показав, що при активному опорі втрат перетворюваної індуктивності 1 Ом, максимальна добротність схеми – близько 10, а при активному опорі втрат перетворюваної індуктивності 0.5 Ом, максимальна добротність більша 100 одиниць. В діапазоні частот до 40 кГц добротність, при певних значеннях активного опору, має від'ємне значення, що свідчить про те, що активний опір схеми є від'ємним. Це дозволяє компенсувати дисипативні втрати.
2. Використання операційного підсилювача дозволяє отримати помножувач індуктивності на L -негатроні, який забезпечує помноження індуктивності в 100 разів. Отримані аналітичні вирази дозволяють проводити розрахунок таких помножувачів індуктивності з похибкою не більше 2 % в діапазоні частот до 100 кГц.
3. Даний помножувач індуктивності має більші абсолютну і відносну чутливості перетвореної

індуктивності кола до зміни значень перетворюваної індуктивності цього кола, порівняно з іншими схемами без L-негатронів, що дає можливість використання таких помножувачів в різноманітних індуктивних сенсорах.

Література

1. Серьезнов А.Н. Полупроводниковые аналоги реактивностей / [Серьезнов А.Н., Степанова Л.Н., Негоденко О.Н., Путилин В.П.]. – М.: Знание, 1990. – 64 с. (Новое в жизни, науке, технике. Сер. «Радиоэлектроника и связь»; № 7).
2. Серьезнов А.Н. Электронные устройства на элементах с отрицательным сопротивлением / А.Н. Серьезнов, Л.Н. Степанова. – М., 1992. – 200 с.
3. Схемотехніка, моделювання і застосування транзисторних пристроїв з отрицательним сопротивлением / [О.Н. Негоденко, К.Е. Румянцев, Л.А. Зінченко, С.И. Липко]. – Таганрог: Изд-во ТРТУ, 2002. – 214 с.
4. Филинюк Н.А. Полупроводниковый умножитель индуктивности / Филинюк Н.А., Куземко А.М., Булыга И.В // Вісник Хмельницького національного університету. – 2007. – № 3. – С. 150-152.
5. Ліщинська Л.Б. Оптимізація параметрів помножувача індуктивності / Ліщинська Л.Б., Булига І.В. Войцеховська О.В. – Вісник ВПІ. – 2008. – № 2. – С. 81-87.
6. Исследование умножителей индуктивности на полевом транзисторе Шоттки / [Войцеховская Е.В., Лазарев А.А., Лишинская Л.Б., Мирошникова С.В.] // Научно-технический прогресс и современная авиация.: материалы международной конференции Нанотехнология и негатроника. Азербайджан, Баку, 12-14 февраля 2009. – С. 325-328.
7. Філінюк М.А. Основи негатроніки: в 2 т Т. 1: Теоретичні і фізичні основи негатроніки.. – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2006. – 456 с.
8. Філінюк М.А. Аналіз чутливості електронних кіл з L-, C-негатронами / Філінюк М.А., Лазарєв О.О // Вісник ЖІТІ. – 2003. – № 2. – С. 92-98.

Надійшла 23.2.2010 р.

УДК 004.891: 004.82

О.Я. ОЛАР

Чернівецький національний університет ім. Ю. Федьковича

МОДЕЛІ ТА МЕТОДИ ПОБУДОВИ БАЗ ЗНАНЬ СИСТЕМ ДІАГНОСТУВАННЯ КОМП'ЮТЕРНИХ ЗАСОБІВ

Розроблено узагальнену формальну модель процесу інтелектуального діагностування комп'ютерних засобів. Модель забезпечує формування масивів діагностичних знань, які використовуються в процесі діагностування різними інтелектуальними системами діагностування з підключенням сховищ знань. Запропоновано методи побудови баз знань систем діагностування комп'ютерних засобів.

A generalized formal model of process intellectual diagnostic computer means. Model to the formation of arrays of diagnostic knowledge used in the diagnosis of process of intelligent systems diagnosing connectivity of knowledge repositories. The method of building knowledge base systems diagnostic computer means.

Ключові слова: мікропроцесорні пристрої, інтелектуальне діагностування.

Вступ. Динамічний розвиток та розширення сфер застосування комп'ютерних засобів (КЗ) призводить до зростання складності їх апаратних та програмних складових, що в свою чергу, ускладнює процес діагностування КЗ та їх складових на етапі експлуатації. Це робить все більш актуальною задачу забезпечення надійності їх функціонування та розроблення й впровадження більш ефективних засобів діагностування КЗ, зокрема, програмних, апаратно – програмних або апаратних пристроїв і систем діагностування.

Одним із сучасних засобів вирішення цієї задачі є впровадження інтелектуальних систем діагностування комп'ютерних засобів (ІСД КЗ) [1], або систем діагностування, що використовують окремі компоненти штучного інтелекту [2, 3].

Використання інтелектуальних систем діагностування в галузі технічного діагностування дає можливість зберігати, накопичувати та в подальшому використовувати унікальний досвід експертів-діагностів. Основним компонентом таких систем є бази знань або інші модулі, починаючи від окремих файлів зі знаннями і аж до сховищ знань, повнота яких визначає ефективність процесу діагностування. Тому основною задачею при створенні ІСД КЗ є наповнення баз знань таких систем необхідним об'ємом формалізованих знань, методів та прикладів розв'язання задач діагностування мікропроцесорних пристроїв (МПП) як складових КЗ.

Це вимагає нарощення можливостей ІСД КЗ, серед яких важливими є забезпечення універсальності подання знань, ефективності опрацювання великих об'ємів знань, організація сховищ та банків знань [4, 5].

Метою статті є розроблення узагальненої формальної моделі процесу інтелектуального діагностування КЗ, яка забезпечує можливість формування масивів діагностичних знань, що призначені для