

## Температурні обмеження працездатності програмованих наносхем

**Тишкова І.О.**

*Національний авіаційний університет, Київ*

*Науковий керівник – Мельник О.С., к.т.н., доцент*

**Анотація.** Виконане комп'ютерне моделювання температурного впливу на реалізацію логічних функцій наносхеми з конфігурованими структурами (НСКС). Розглядається проблема усунення протиріччя між універсальністю, спеціалізацією і швидкодією на етапі автоматизованого проектування одноелектронних великих наносхем з програмованою логікою.

**Ключові слова:** квантові автомати, моделювання мажоритарних елементів, універсальні мажоритарні елементи, термогенерація.

### I. Вступ

Швидкодія та спеціалізація великих інтегральних схем завжди вступають в протиріччя з їх універсальністю, що розширює їх номенклатуру і викликає подорожчання електронних пристроїв. Усунути протиріччя між універсальністю і спеціалізацією можна шляхом розробки конфігурованих наноелектронних пристроїв, алгоритми роботи яких змінюються на вимогу розробника конкретної обчислювальної апаратури, тобто шляхом створення арифметико-логічних схем з програмованими характеристиками. При виготовленні таких схем використовується єдиний нанотехнологічний комплекс, а тому з точки зору технолога це - універсальні вироби. Налаштування самих мікро- чи наносхем на заданий алгоритм роботи виконує розробник апаратури, з точки зору якого ці схеми реалізують вузько спеціалізовані завдання. В результаті програмування вносяться зміни структури схем, які призводять до набуття заданих характеристик.

### II. Постановка проблеми

Розробка питань теорії і практики використання мажоритарного принципу являється в теперішній час актуальною проблемою, оскільки при наноелектронному виконанні обчислювальних систем з конфігурованими структурами відбувається значне зниження їх вартості і значно спрощується етап автоматизованого системотехнічного проектування. Одна програмована наносхема замінює від 30 до 150 інтегральних схем середнього ступеню інтеграції.

### III. Основна частина

В якості надшвидкодіючої комірки для побудови мажоритарних адаптивних систем можна використовувати НСКС, яка складається з трьох універсальних мажоритарних елементів (УМЕ), відповідним чином з'єднаних між собою. На входи НСКС подаються інформаційні  $(x_3, x_2, x_1, x_0)$

Синтезуємо, наприклад, на базі НСКС за допомогою систематизованого проектування (САПР) QCA Designer комбінаційну схему, яка реалізує функції, які в булевому та мажоритарному базисах мають вигляд:

$$f_1 = \text{maj}(x_3, x_2, 1) = x_3 \vee x_2$$

$$\bar{f}_1 = \text{maj}(\bar{x}_3, \bar{x}_2, 0) = \bar{x}_3 \bar{x}_2$$

$$f_2 = \text{maj}[\text{maj}(x_3, x_2, 1), \text{maj}(x_1, x_0, 0), 0] = (x_3 \vee x_2)(x_1 x_0)$$

$$\bar{f}_2 = \text{maj}[\text{maj}(\bar{x}_3, \bar{x}_2, 0), \text{maj}(\bar{x}_1, \bar{x}_0, 1), 1] = (\bar{x}_3 \bar{x}_2) \vee (\bar{x}_1 \vee \bar{x}_0)$$

$$f_3 = \text{maj}(x_1, x_0, 0) = x_1 x_0$$

$$\bar{f}_3 = \text{maj}(\bar{x}_1, \bar{x}_0, 1) = \bar{x}_1 \vee \bar{x}_0$$

Табл.1 Таблица істинності кожної функції

№	$x_3$	$x_2$	$x_1$	$x_0$	$f_1$	$\bar{f}_1$	$f_2$	$\bar{f}_2$	$f_3$	$\bar{f}_3$
0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1
1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1
2	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1
3	0	0	1	1	0	1	0	1	1	0
4	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1
5	0	1	0	1	1	0	0	1	0	1
6	0	1	1	0	1	0	0	1	0	1
7	0	1	1	1	1	0	1	0	1	0
8	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1
9	1	0	0	1	1	0	0	1	0	1
10	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1
11	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0
12	1	1	0	0	1	0	0	1	0	1
13	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1
14	1	1	1	0	1	0	0	1	0	1
15	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0

Оскільки, результати при температурному дослідженні, F1, F2, F3, NF1, NF2, NF3 були однакові, то графік залежності функцій від температури буде наступним.

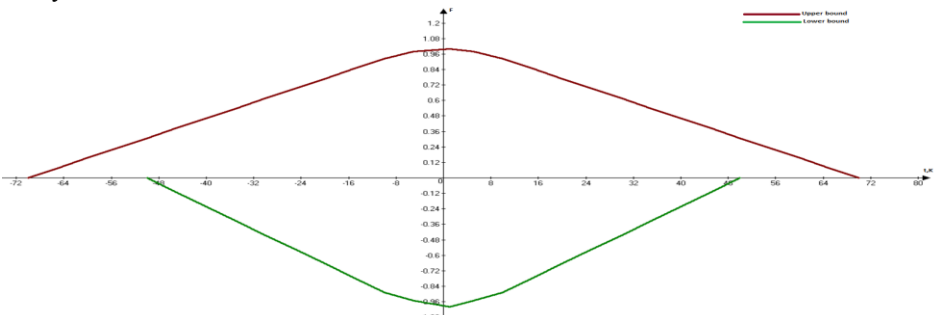


Рис.1 графік залежності функцій від температури

## Моделювання наносхеми в САПР QCADesigner

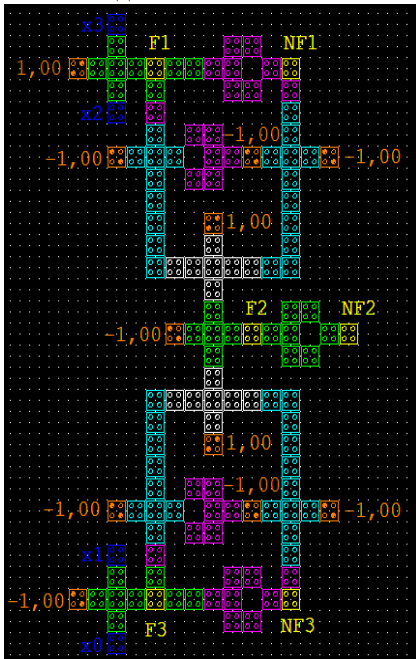


Рис.2. структурна схема НСКС

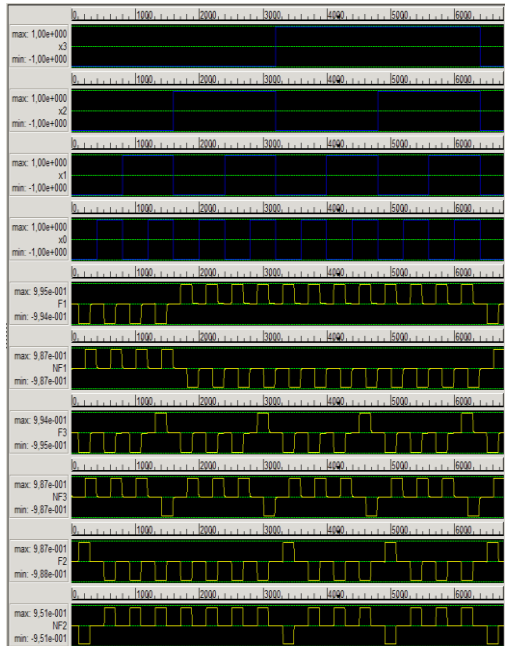


Рис.3. результати моделювання

## IV Висновок

У найближче десятиріччя напівпровідникові компоненти великих інтегральних схем досягнуть квантово-технологічних обмежень і не зможуть відповідати наростаючим вимогам ефективності обчислювальної техніки. Тому так активно розробляються нові нанотехнології, які б забезпечили суттєво вищу ефективність. Однією з таких розробок є квантові коміркові автомати і створенні на їх основі НСКС.

Термогенерація носіїв заряду при криогенних умовах (0...50К) суттєво обмежує надійність працездатності наносхем. Генеровані електрони викликають спотворенні імпульсних характеристик одноелектронних наносхем.

## Список використаних джерел:

1. Мельник О.С. Мікро- та наносхеми з програмованими структурами.
2. Мельник О.С., Івахнюк В.В. Автоматизоване моделювання наносхем на квантових коміркових автоматах. Електроніка та системи управління. – 2011. №2(28).
3. Мельник О.С., Козаревич В.О., Тодавч С.В. наноелектронні пристрої з програмованими структурами. // Автоматизованні системи управління и приборы автоматки. Всеукраинский межвед. научн. – техн. сб. – Харьков, ХНУРЕ. – 2013, №165.