

**Корнієнко О.В.**

## **НОВА КОНЦЕПЦІЯ ЦИФРОВОЇ ЕЛЕКТРОНІКИ: ФЕМТОСЕКУНДИ І ТЕРАГЕРЦІ**

В даній роботі розглянута нова концепція цифрової електроніки, яка була представлена компанією [NanoMEMS Research](#) і є багатообіцяючим кандидатом на заміну КМОП (комплементарний метал-оксид-напівпровідник, CMOS), який зробить можливим подальше зростання кількості елементів у мікросхемах, описаний Законом Мура.

Разом зі зменшенням розмірів транзисторів до наномасштабу з'являються деякі проблеми, такі як зростаючий опір в схемах і зростаючі витрати на виробництво. Подолати викликані масштабом компонентів перешкоди намагаються дослідники по всьому світу, займаючись пошуком альтернативи КМОП. Компанія [NanoMEMS Research](#) пропонує нано-електронно-рідинну логіку (nano-electron-fluidic logic, NFL), яка базується на потоках плазмонів в схожому з рідиною електронному газі. Базові елементи цифрової схеми, виготовлені за технологією НФЛ мають потенціал досягнення фемтосекундної ( $10^{-15}$  с) швидкості перемикавання, а розсіювана потужність не буде перевищувати фемтоджоуль. НФЛ володіє такими можливостями завдяки властивостям поверхневих плазмонних хвиль (поверхневі хвилі плазми, SPW). Вони поширюються на інверсному шарі ізолюваного затвора, виступаючому в ролі хвилеводу. Коли дві хвилі зустрічаються, вони відштовхують один одного. У структурі мікроелектронного пристрою запускається в певному напрямку SPW, щоб шляхом зіткнення з іншою SPW задати їй один із двох шляхів розповсюдження, в яких її поява інтерпретується як 1, а відсутність - 0.

SPW модель концептуально відрізняється від КМОП в тому сенсі, що вона заснована на хвилях, а не частинках. Фактично, SPW переміщається швидше, ніж можуть бути транспортовані електрони, як хвилі на поверхні води поширюються швидше самих частинок води. Як відомо, в основі звичайної логіки КМОП лежить струм електронів. В цьому випадку відбуваються зіткнення окремих електронів зі сторонніми включеннями і вібрація напівпровідникової решітки. Це обмежує максимальну швидкодію, мінімальну розсіювану потужність і впливає на виконання логічних функцій. Прогнозується, що кінцева щільність НФЛ повинна відповідати найдрібнішому плазмону, або електричному диполю. Оскільки це атом, то щільність буде залежати від типу використовуваних атомів. У порівнянні з КМОП логіка НФЛ зможе виконувати ті ж операції маючи у 40 разів меншу площу компонентів. Швидкість розповсюдження SPW складає близько 1 млрд. см/с. У наномасштабі це означає час перемикавання протягом фемтосекунд, або частоти близько 6 ТГц при кімнатній температурі.

Що стосується енергії, необхідна лише потужність для збудження SPW, що може бути зроблено при будь-якому ненульовому значенні постійного струму. Підтримка електронного середовища також вимагає незначних енерговитрат. Також, NFL концепція сумісна з поточною літографічною технологією, а логіка на основі НФЛ може бути підключена до звичайної електроніки. Компанія планує продовжити дослідження переваг розробки і сподівається, що ця технологія замінить КМОП в комп'ютерах, мобільних

телефонах, супутниках, інструментальному обладнанні і автомобілях.  
Робота виконана під керівництвом доц. кафедри РКС Смоліна Ю.О.