

21 век: фундаментальная наука и  
технологии

---

***21 century:  
fundamental  
science and  
technology III  
Vol. 2***

spc Academic

*Материалы III международной научно-практической  
конференции*

## **21 век: фундаментальная наука и технологии**

23-24 января 2014 г.

Москва

ISBN 978-1495417696 -6



9 781495 417696 >

CreateSpace  
4900 LaCross Road,  
North Charleston, SC, USA 29406  
2014



Ерослаев А.В.<sup>1</sup>, Трубочкина Н.К.<sup>2</sup>

1 - факультет информационных технологий и вычислительной техники, сотрудник лаборатории "Nano-3D", МИЭМ НИУ ВШЭ,

[Eroslaev-av13@narod.ru](mailto:Eroslaev-av13@narod.ru)

2 - руководитель лаборатории "Nano-3D", д.т.н., профессор, МИЭМ НИУ ВШЭ, [nadin@miem.edu.ru](mailto:nadin@miem.edu.ru)

### ПЕРЕХОДНЫЕ ОДНОСЛОЙНЫЕ НАНОСТРУКТУРЫ – ПЕРСПЕКТИВНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ РАЗВИТИЯ ЭЛЕМЕНТНОЙ БАЗЫ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

#### Аннотация

В данной статье представлены однослойные переходные наноструктуры ИЛИ-НЕ [2,228] для процессоров с предельной информационной плотностью. При синтезе использована проектная норма 10 нанометров, что соответствует передовому мировому уровню в кластере технологических фирм.

#### Введение

Предметная область исследований – компьютерная наносхемотехника, построенная по новой концепции. Области применения являются – разработка классических компьютеров, оптических компьютеров [1, 312], биокомпьютеров [4,1], и прочее. Так же можно использовать в проектах в регенерационной медицине в совокупности с матрицами нанопроводов [3,1].

Принципиальным отличием элементной базы, разработанной в лаборатории «Nano-3D» является более точная с точки зрения физической реализации, не транзисторная, а переходная схемотехника [2,118], которая позволяет синтезировать элементы, оптимальные по количеству областей и количеству соединений.

Наша элементная база обладает свойствами продукции двойного назначения.

Преимущества данной концепции можно проиллюстрировать на синтезе и моделировании логической наноструктуры ИЛИ-НЕ.

#### Об эксперименте

В результате проведения эксперимента:

1. Была разработана математическая модель наноструктуры ИЛИ-НЕ класса НСТЛ [2,113], представленная на рисунке 1, где p1 - кремниевая область p типа, n2 - кремниевая область n типа, p3 - кремниевая область p типа, p4 - кремниевая область p типа, n5 - кремниевая область n типа, ....

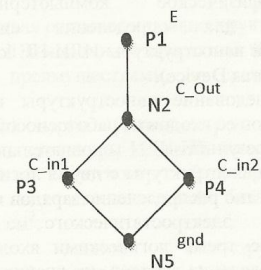


Рис. 1. Математическая модель

2. По математической модели разработана однослойная наноструктура, при наличии двух логических входов, имеющая всего пять физических областей. Модель наноструктуры изображена на рисунке 2.

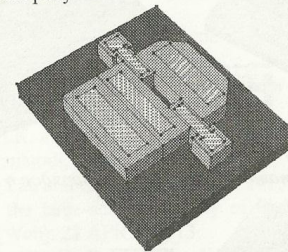


Рис. 2. Модель однослойной наноструктуры

3. Подготовлен расчетный файл для последующего физического моделирования (сетка).

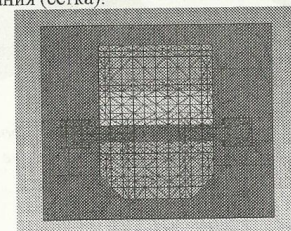


Рис. 3. Расчетная сетка



4. Проведено физическое компьютерное многократное моделирование для определения системы параметров работоспособной наноструктуры ИЛИ-НЕ класса НСТЛ в TCAD Synopsys (Sentaurus Device).
5. Проведено исследование наноструктуры на предмет влияния количества входов ее входов на работоспособность.
6. Получены результаты окончательного физического моделирования наноструктуры с двумя логическими входами: на рисунке 4а показано распределение зарядов в ней, на рисунке 5а - распределение электростатического потенциала. Для наноструктуры с тремя логическими входами на рисунке 4б показано распределение зарядов, на рисунке 5б - распределение электростатического потенциала.

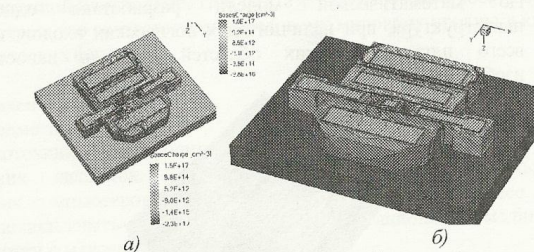


Рис. 4. Результаты. Распределение зарядов в наноструктуре

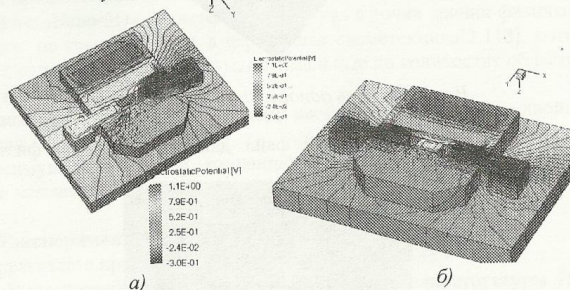


Рис. 5. Результаты. Распределение электростатического потенциала в наноструктуре

### Заключение

Разработана переходная однослойная наноструктура ИЛИ-НЕ класса НСТЛ в новой переходной концепции с проектной нормой 10нм. Данная наноструктура обладает преимуществами, по сравнению с известной элементной базой:

- При проектной норме 10 нанометров и средней площади логической наноструктуры ИЛИ-НЕ класса НСТЛ  $40 \times 60 \text{ нм}^2$ , информационная плотность биполярных процессоров, построенных на этой элементной базе, составляет  $5 \times 10^{10}$  вентилях на  $1 \text{ см}^2$ .
- Достоинством данной наноструктуры помимо информационной плотности, является повышенная радиационная стойкость и то, что расположение этой наноструктуры на подложке устраняет возможность создания паразитных эффектов, а это делает схему более надежной.
- Для создания однослойной наноструктуры требуется меньшее количество технологических операций, что значительно удешевляет создание элементной базы в данной концепции.

### Литература

1. Рахман Ф. «Наноструктуры в электронике и фотонике» Техносфера, 2010г, 320с.
2. Трубочкина Н.К. «Моделирование 3D наносхемотехники» Бинوم. Лаборатория знаний, 2012г, 499 стр.
3. Jun Yao, Hao Yan and Charles M. Lieber, 2013, A nanoscale combing technique for the large-scale assembly of highly aligned nanowires. Публикация (Web): 21 APRIL 2013.
4. Tian-Ming Fu, Xiaojie Duana, Zhe Jiang, Xiaochuan Dai, Ping Xie, Zengguang Cheng, and Charles M. Lieber, 2013, Sub-10-nm intracellular bioelectronic probes from nanowire-nanotube heterostructures. Публикация (Web): 12 DECEMBER 2013.