

Цифровая Схемотехника

Отчет по лабораторной работе №1 «Введение в проектирование цифровых интегральных схем» Вариант 8

Выполнили: студенты группы Р3217

Галеев Денис

Плюхин Дмитрий

Преподаватель: Баевских А. Н.

2017 год

1. Цели работы

Получить базовые знания о принципах построения цифровых интегральных схем с использованием технологии КМОП

Познакомиться с основными параметрами цифровых вентилях

2. Задание

XOR

$$Y = X1 \oplus X2 \oplus X3$$

Логический базис: И-НЕ

3. Ход работы

1) Схема вентиля согласно варианту задания (вентиль XOR):

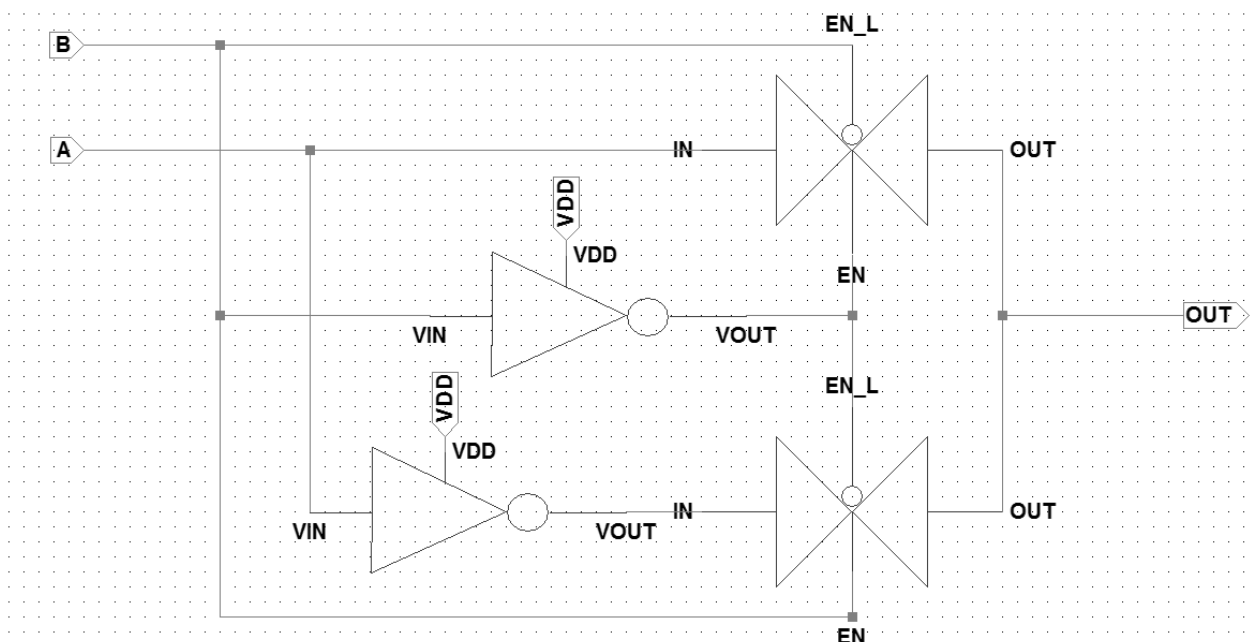
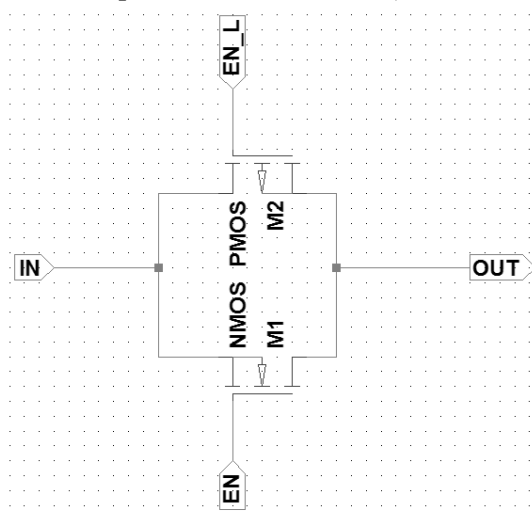
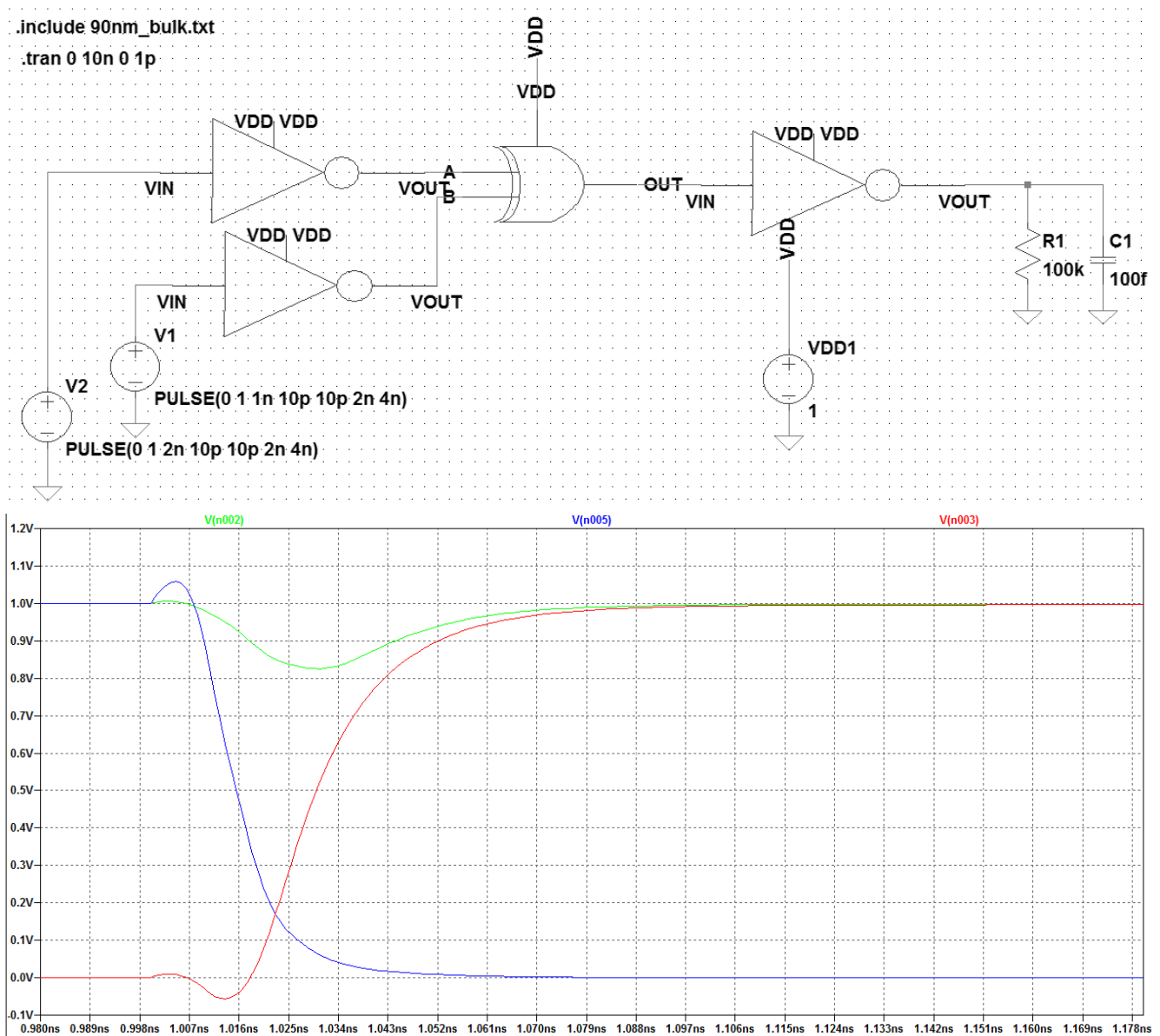


Схема передаточного вентиля (включен в вентиль XOR):

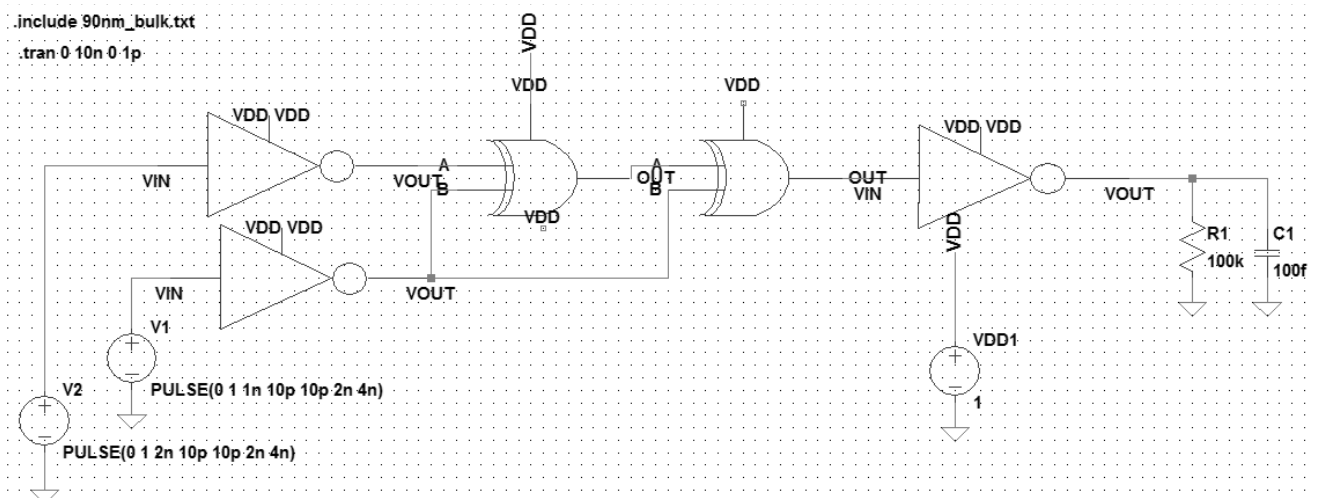


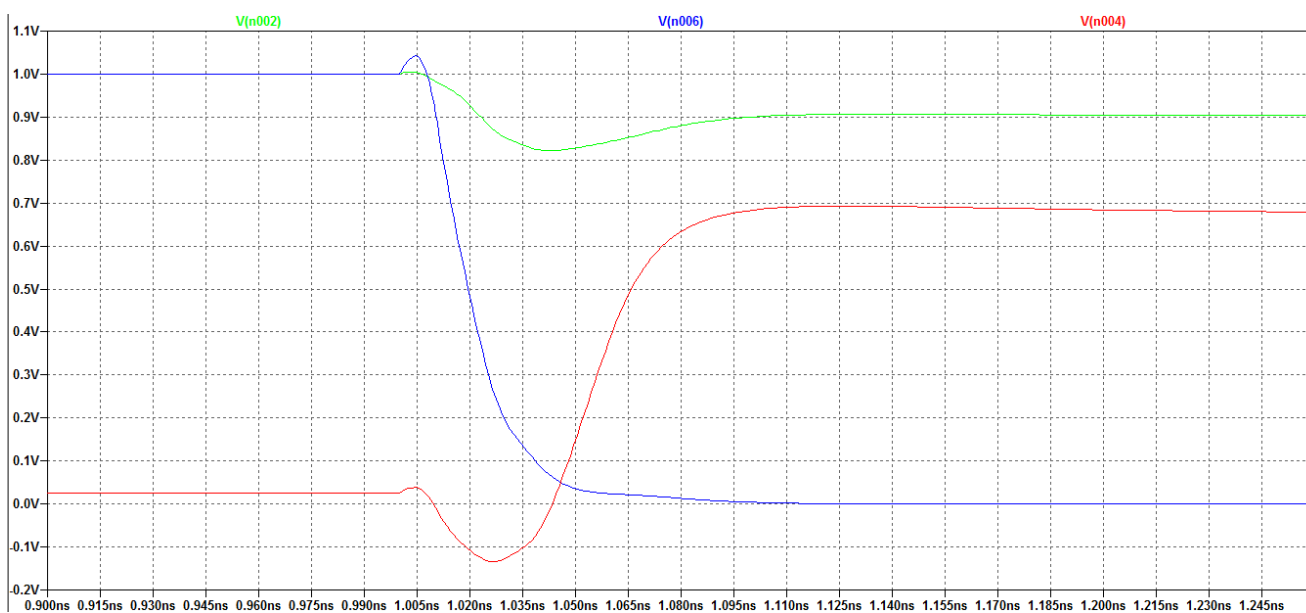
2) Моделирование работы схемы:



Задержка распространения схемы составляет 14.3 ps.

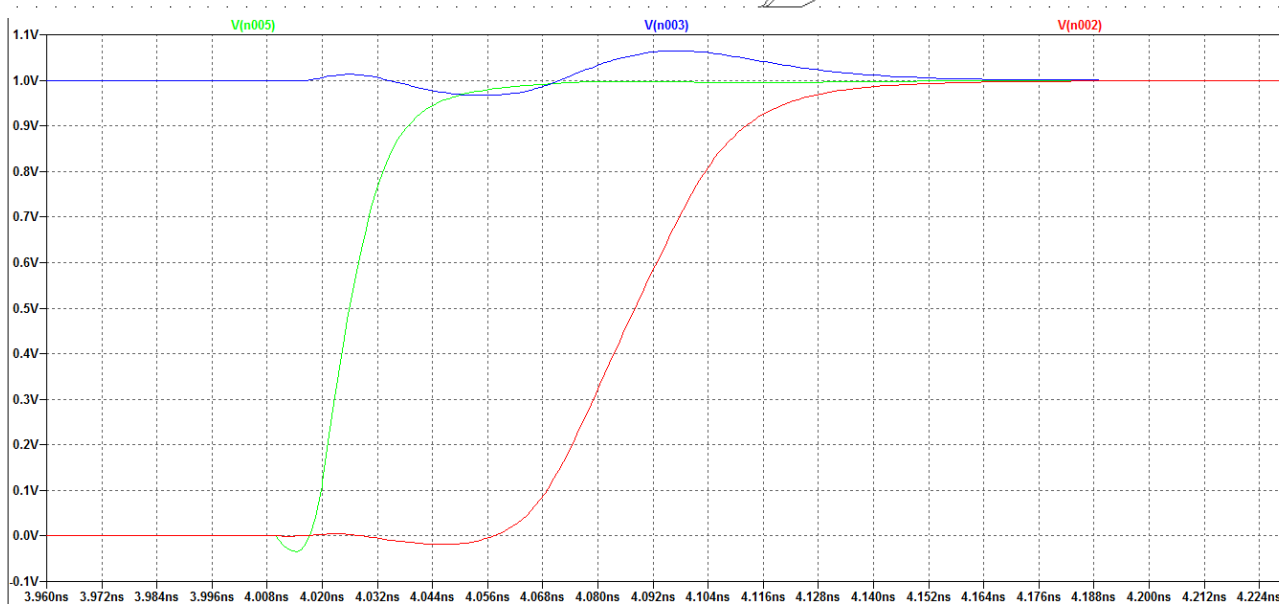
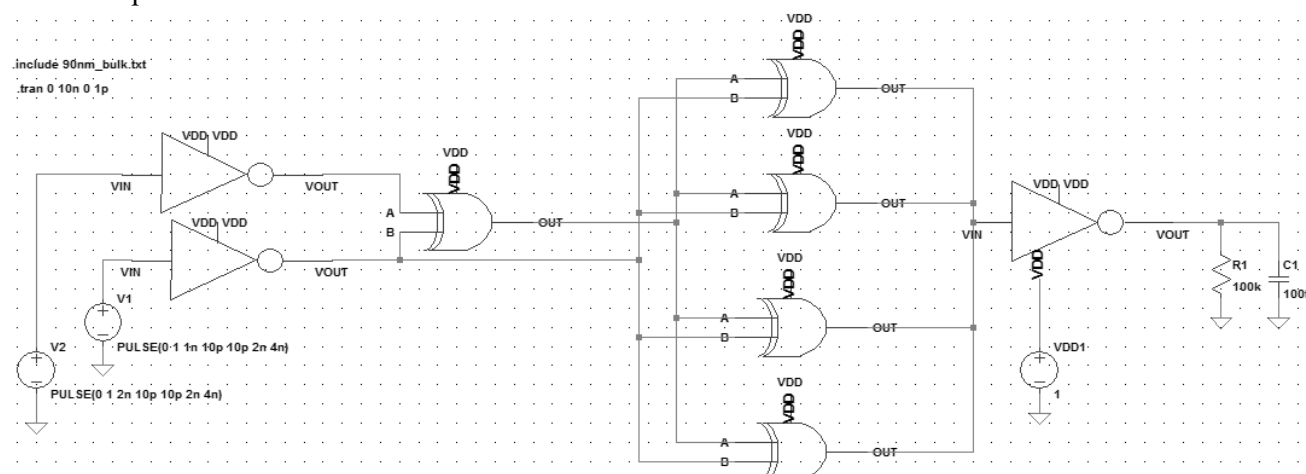
3) Моделирование работы схемы с двумя вентилями, подключенными последовательно:





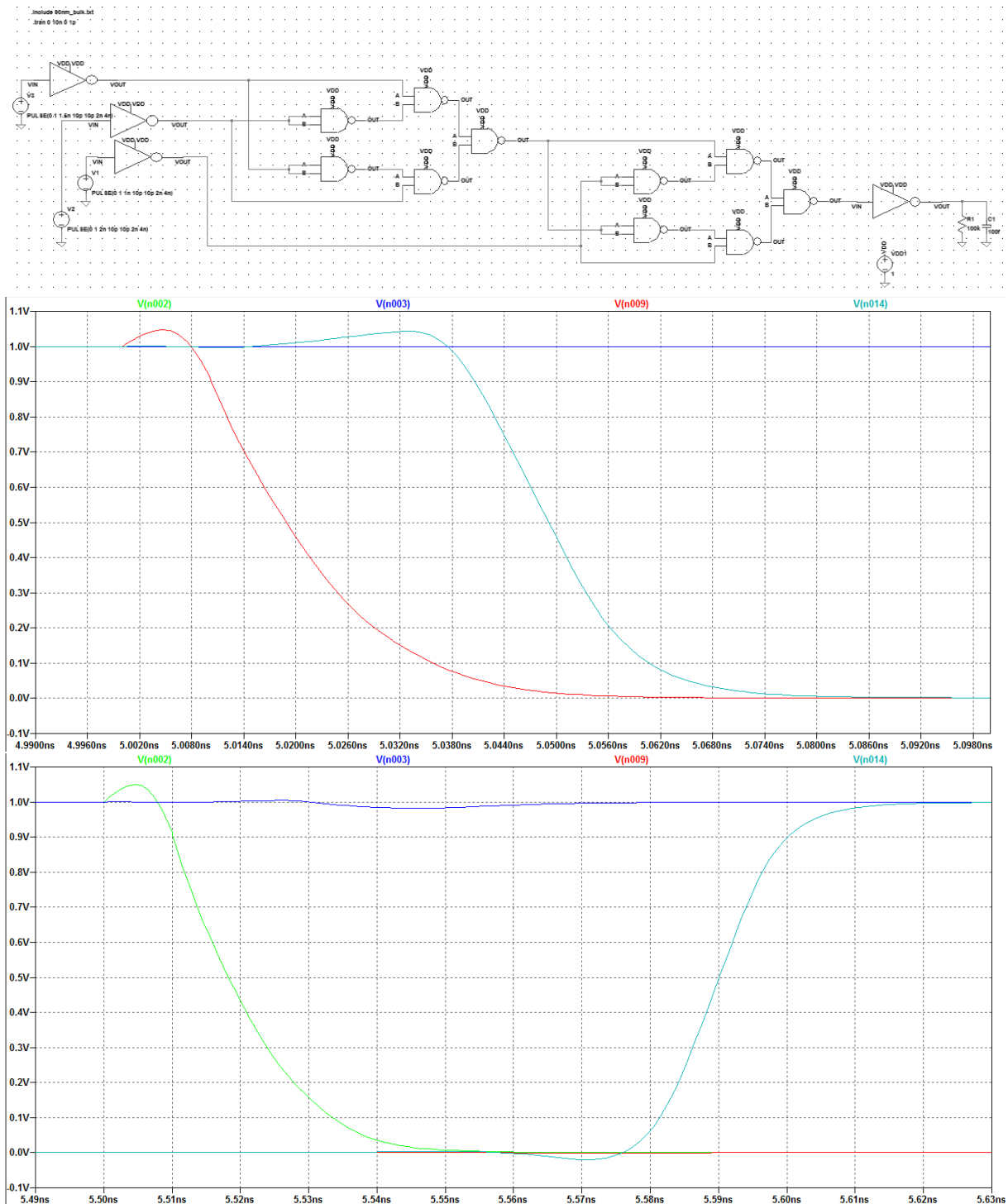
Задержка распространения схемы составляет 38.8 ps

- 4) Моделирование работы схемы с пятью вентилями, четыре из которых соединены параллельно:



Задержка распространения составляет 62.3 ps

- 5) Таким образом, можно сделать следующий вывод о влиянии нагрузки на временные характеристики работы вентиля: при увеличении нагрузки наблюдается увеличение задержки распространения сигнала через вентиль. Это обуславливается как ненулевым временем срабатывания транзисторных ключей, так и инертностью электрических цепей в целом. Что касается транзисторов, соединяемых параллельно, а не последовательно, можно заметить, что при увеличении их количества происходит еще больший рост задержки распространения сигнала, что связано с емкостью транзисторов (при переключении транзисторного ключа фактически происходит заряд/разряд конденсатора, на что требуется некоторое время).
- б) Схема, реализующая заданную функцию (3XOR в базисе NAND)



- 7) Минимальная задержка распространения: 31ps (при спаде сигнала)
Максимальная задержка распространения: 72ps (при росте сигнала)
- 8) Таким образом, максимальная частота, при которой схема еще сохраняет работоспособность, составляет

$$\nu = \frac{1}{pd_{max}} = \frac{1}{0,072} \text{ ГГц} \approx 13,89 \text{ ГГц}$$

4. Вывод

В результате лабораторной работы были получены и применены на практике базовые знания о построении цифровых интегральных схем с использованием технологии КМОП. В частности, был спроектирован и протестирован элемент XOR двумя способами: с использованием инверторов и передаточных вентилях, а также с использованием элементов NAND (первый способ является предпочтительным в том плане, что требует всего 8 транзисторов по сравнению со вторым, для реализации которого необходимо 20 транзисторов). Помимо этого, были получены представления о процессе изменения электрических сигналов в микросхемах, о задержках распространения, которые могут возникать на практике.