

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ПЕТРА ВЕЛИКОГО  
ИНСТИТУТ КОМПЬЮТЕРНЫХ НАУК И ТЕХНОЛОГИЙ

ВЫСШАЯ ШКОЛА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ И СУПЕРКОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

**Лабораторная работа №2**

**Синтез комбинационных суммирующих устройств. АЛУ.**  
ПО ДИСЦИПЛИНЕ «АРХИТЕКТУРЫ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ»

Выполнил студент:

Крутецкий Семен Павлович

Группа: з3530903/00301

Руководитель:

доцент, к.т.н

Вербова Наталья Михайловна

Санкт-Петербург, 2022 г.

# Содержание

<b>Синтез и построение сумполусумматораматора</b>	<b>2</b>
Построение полусумматора . . . . .	2
Тестирование полусумматора . . . . .	3
<b>Синтез и построение одноразрядного сумматора</b>	<b>4</b>
Построение одноразрядного сумматора . . . . .	4
Тестирование одноразрядного сумматора . . . . .	5
<b>АЛУ K155ИП3</b>	<b>6</b>
Построение демонстрационной модели K155ИП3 . . . . .	6
Тестирование арифметических операций K155ИП3 . . . . .	7
Тестирование логических операций K155ИП3 . . . . .	9
<b>Выводы</b>	<b>11</b>

# Синтез и построение полусумматора

## Построение полусумматора

Для синтеза модели полусумматора необходимо составить аналитическую модель посредством построения СДНФ для управляющих сигналов S и P из таблицы 1.

X	Y	S	P
0	0	0	0
0	1	1	0
1	0	1	0
1	1	1	1

Таблица 1: Таблицы истинности полусумматора

В результате получаем две функции описывающие управляющие сигналы S и P, где S - это результат суммирования; P - перенос в старший разряд.

- $S = \overline{X}Y \cup X\overline{Y}$
- $P = XY$

На основании полученных выражений составим модель полусумматора в Multisim (рис. 1).

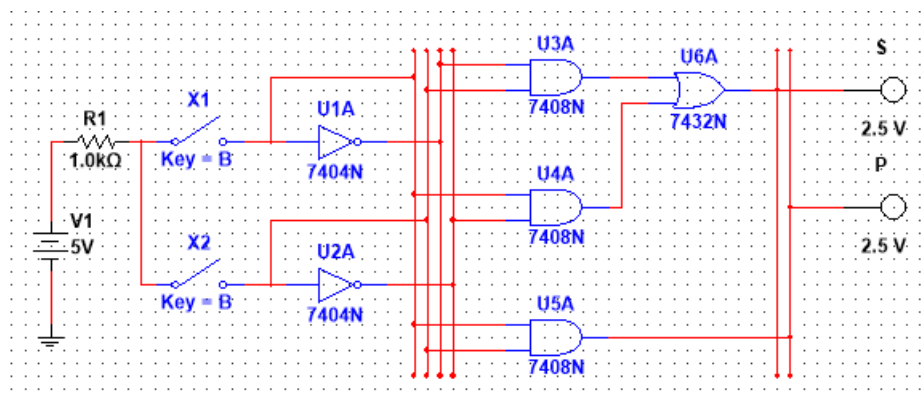


Рис. 1: Модель полусумматора

## Тестирование полусумматора

Управляющие сигналы полусумматора подключены к ламповым индикаторам. При подаче входных сигналов в соответствии с таблицей 1 ожидаем корректную индикацию ламп управляющих сигналов. Проверим работу полусумматора для набора  $X = 1, Y = 0$ . Ожидаем индикацию сигнала  $S$ .

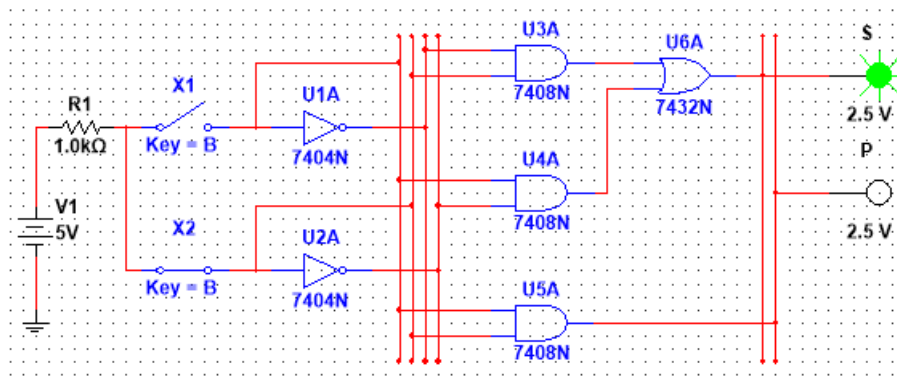


Рис. 2: Проверка работы полусумматора

Результат соответствует ожиданию. Аналогично были проверены остальные наборы входных сигналов.

# Синтез и построение одноразрядного сумматора

## Построение одноразрядного сумматора

Для синтеза модели одноразрядного сумматора необходимо составить аналитическую модель посредством построения СДНФ для управляющих сигналов S и P из таблицы 2.

X	Y	Z	S	P
0	0	0	0	0
0	0	1	1	0
0	1	0	1	0
0	1	1	0	1
1	0	0	1	0
1	0	1	0	1
1	1	0	0	1
1	1	1	1	1

Таблица 2: Таблицы истинности одноразрядного сумматора

В результате составления СДНФ и ее упрощения получаем функции управляющих сигналов:

- $S = Z(\overline{X}Y \cup XY) \cup \overline{Z}(\overline{X}Y \cup X\overline{Y})$
- $P = Z(\overline{X}Y \cup X\overline{Y}) \cup XY$

На основании полученных функций построим модель одноразрядного сумматора (рис. 3).

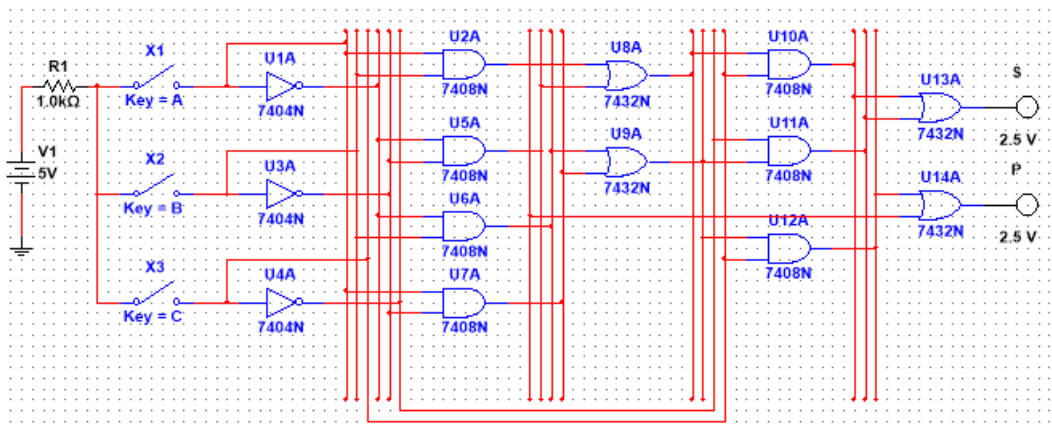


Рис. 3: Модель одноразрядного сумматора

## Тестирование одноразрядного сумматора

Рассмотрим набор входящих сигналов  $X = 1, Y = 0, Z = 1$ . Ожидаемые значения управляющих сигналов  $S = 0, P = 1$ .

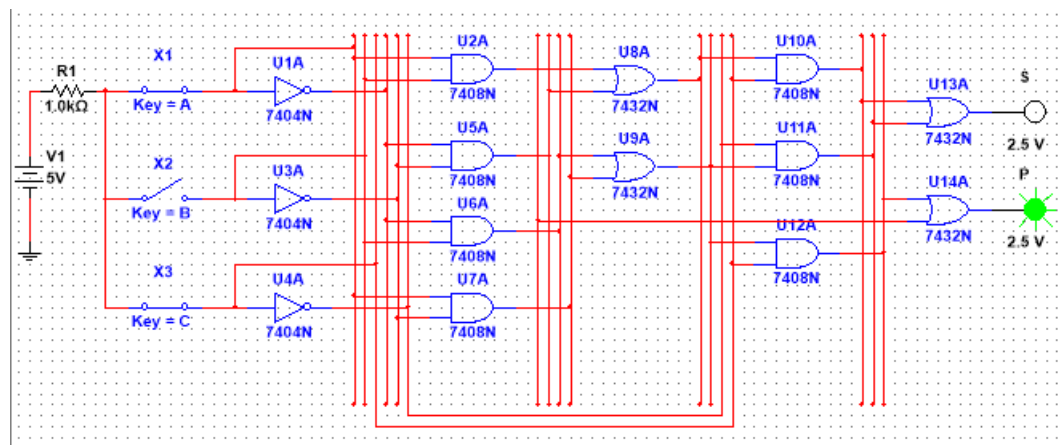


Рис. 4: Тестирование одноразрядного сумматора

Результат соответствует ожиданию. Аналогично были протестированы остальные наборы входных сигналов.

# АЛУ K155ИПЗ

## Построение демонстрационной модели K155ИПЗ

Ниже, на рисунке 5 представлена демонстрационная модель АЛУ K155ИПЗ.

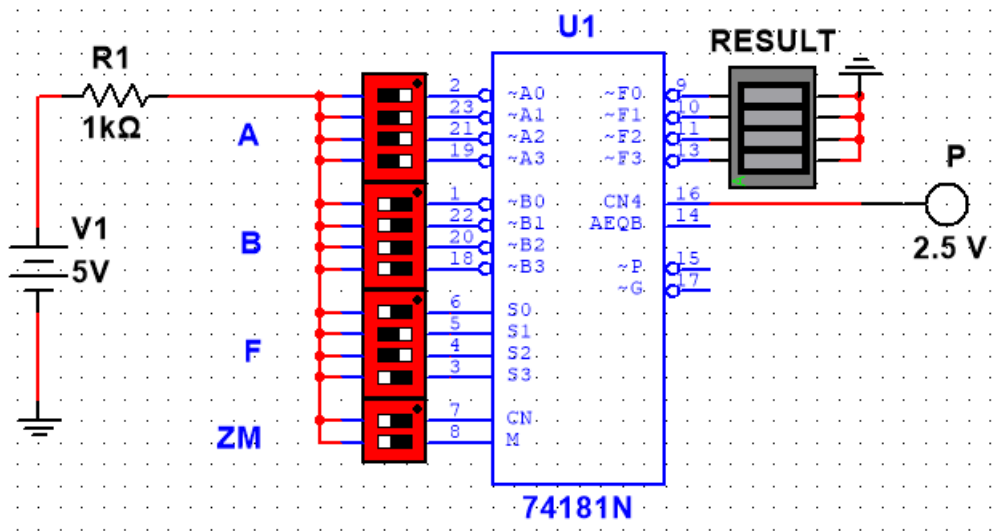


Рис. 5: АЛУ K155ИПЗ

Данная модель имеет несколько групп входных и выходных сигналов:

- A1-A4 — информационные входы первого операнда
- B1-B4 — информационные входы второго операнда
- F0-F3 — выполняемая операция
- $\bar{Z}$  — вход переноса
- M — режим работы АЛУ.  $M = 0$  - арифметический,  $M = 1$  - логический
- S1-S4 — результат операции
- $\bar{P}$  — выход переноса

# Тестирование арифметических операций К155ИП3

Протестируем работу АЛУ на примере следующих арифметических операций:

№	$\overline{Z}$	F0	F1	F2	F3	Операция
1	0	0	1	1	0	$A - B$
2	0	1	0	0	1	$A + B + 1$
3	1	0	0	1	1	$A + A$

Таблица 3: Таблица арифметических операций для тестирования АЛУ

**Рассмотрим операцию №1.** Выставим режим работы АЛУ в арифметический ( $M = 0$ ), в группе входов F укажем режим работы (0110). Подадим на группу входных сигналов A значение 15 (1111), на группу B 6(0110). По результатам операции  $A - B$  ожидаем получить 9(1001).

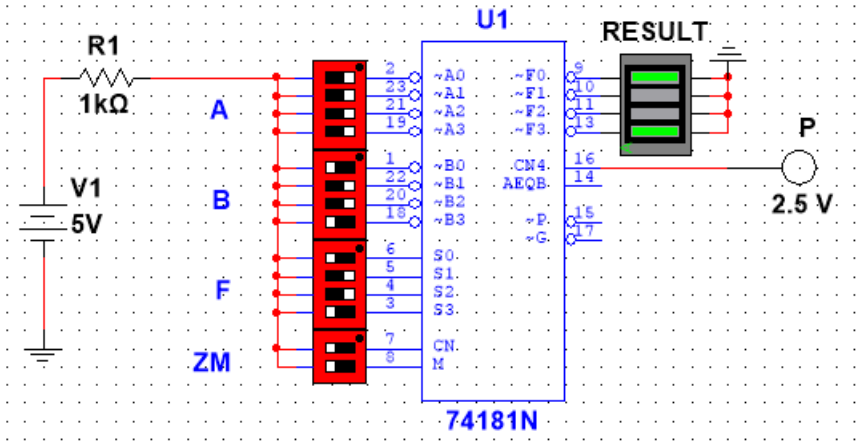


Рис. 6: Арифметическая операция №1

На панели индикации видим управляющи сигнал 1001(9), что соответствует ожидаемому результату.



**Рассмотрим операцию №2.** Переключатели группы F выставим в режим работы второй операции (1001). Значения для тестирования возьмем  $A = 5, B = 5$ . Ожидаемый результат  $A + B + 1 = 5 + 5 + 1 = 11$ .

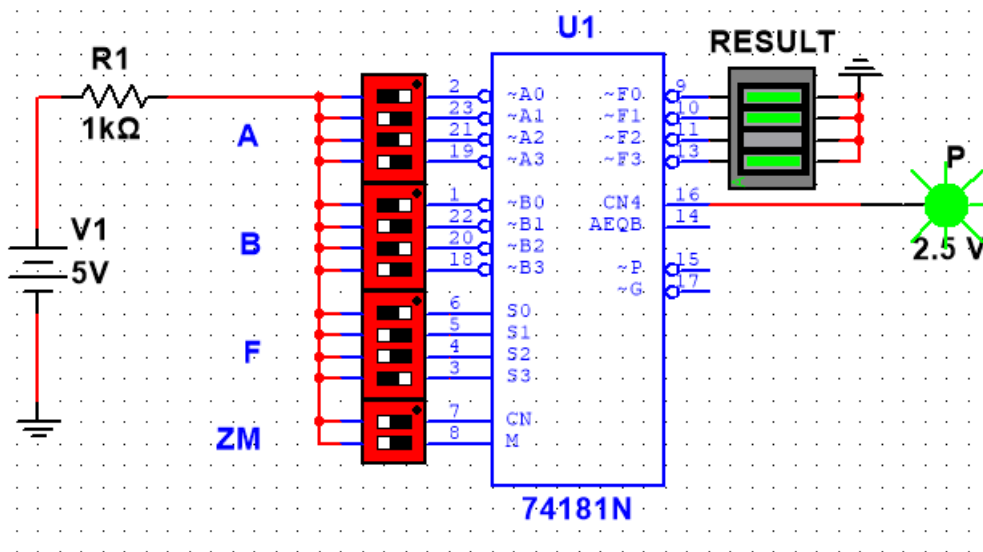


Рис. 7: Арифметическая операция №2

На панели индикации видим управляющи сигнал 1011(11), что соответствует ожидаемому результату.

**Рассмотрим операцию №3.** Переключатели группы F выставим в режим работы третьей операции (0011). Значения для тестирования возьмем  $A = 6$ . Ожидаемый результат  $A + A = 6 + 6 = 12$ .

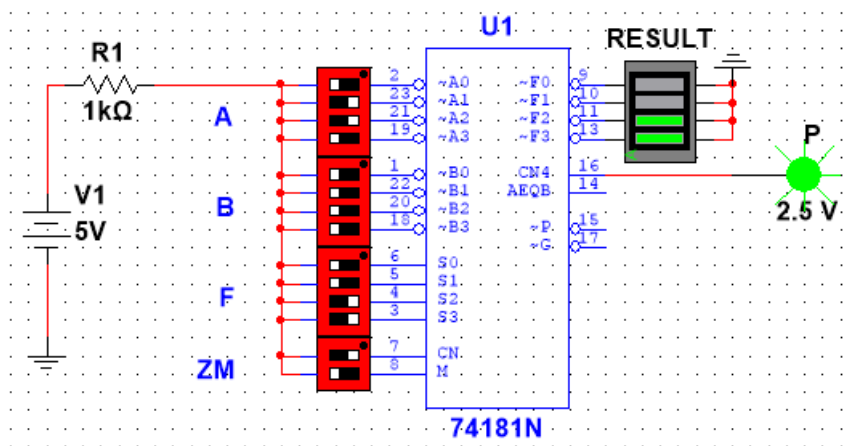


Рис. 8: Арифметическая операция №3

На панели индикации видим управляющи сигнал 1100(12), что соответствует ожидаемому результату.

## Тестирование логических операций К155ИП3

Протестируем работу АЛУ на примере следующих логических операций:

№	F0	F1	F2	F3	Операция
1	0	1	1	0	$A \oplus B$
2	1	1	0	1	$AB$
3	0	1	1	1	$A \vee B$

Таблица 4: Таблица логических операций для тестирования АЛУ

**Рассмотрим операцию №1.** Переключим режим работы АЛУ в логический ( $M = 1$ ). Для тестирования возьмем значения  $A = 0011$ ,  $B = 0101$ . В результате ожидаем:

$$\begin{array}{r} 0011 \\ \oplus 0101 \\ \hline 0110 \end{array}$$

Выставив функцию №1 на блоке F проверим результат.

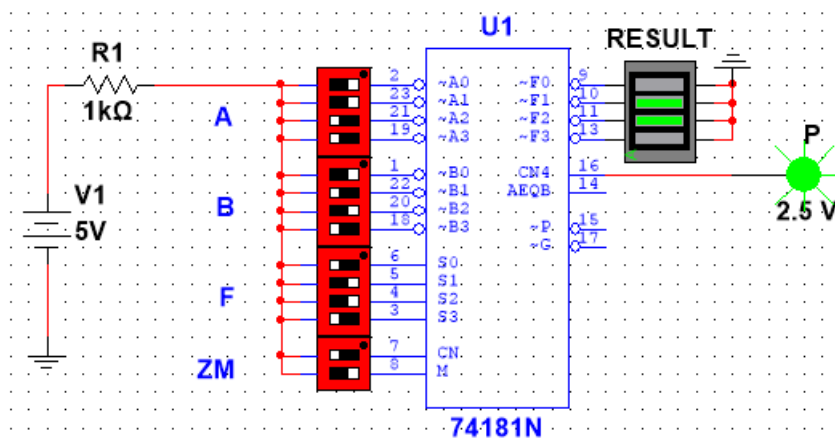


Рис. 9: Логическая операция №1

На панели индикации видим управляющий сигнал 0110, что соответствует ожидаемому результату.

**Рассмотрим операцию №2.** Выставим блок F для операции №2 (1101). Возьмем значения  $A = 0110$ ,  $B = 1101$ . Ожидаемый результат:

$$\begin{array}{r} 0110 \\ \wedge \\ 1101 \\ \hline 0100 \end{array}$$

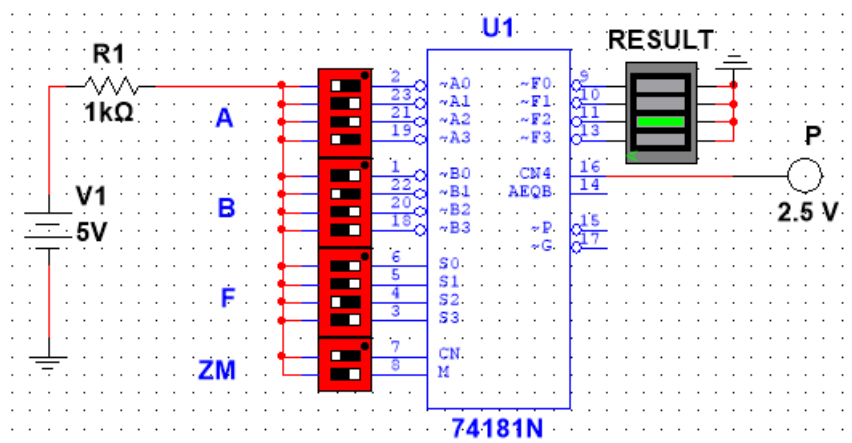


Рис. 10: Логическая операция №2

На панели индикации видим управляющий сигнал 0100, что соответствует ожидаемому результату.

**Рассмотрим операцию №3.** Выставим блок F для операции №3 (0111). Возьмем значения  $A = 1010$ ,  $B = 0111$ . Ожидаемый результат:

$$\begin{array}{r} 1010 \\ \vee \\ 0111 \\ \hline 1111 \end{array}$$

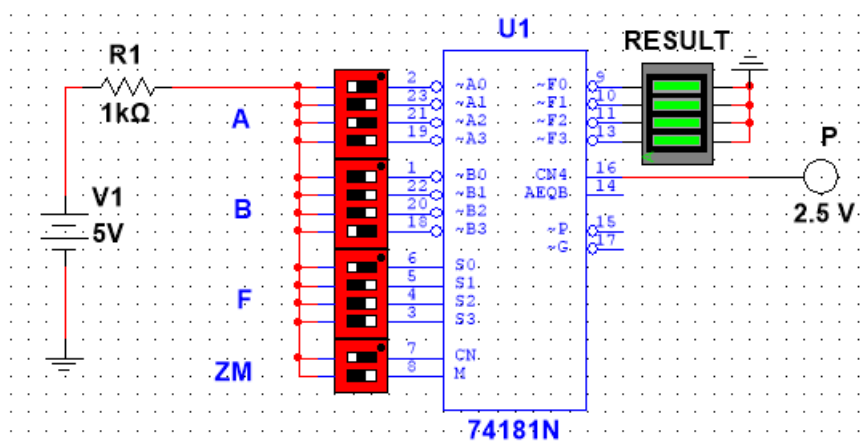


Рис. 11: Логическая операция №3

На панели индикации видим управляющий сигнал 1111, что соответствует ожидаемому результату.

## Выводы

В результате выполнения лабораторной работы были построены три модели: модель полусумматора, модель одноразрядного сумматора и демонстрационная модель АЛУ К155ИПЗ.

Модель полусумматора была построена на основании СДНФ функций управляющих сигналов составленных по таблице 1. После построения был разобран принцип работы полусумматора, а также проведено его тестирование.

Модель одноразрядного сумматора была составлена аналогично полусумматору по таблице 2.

Затем было проведено ознакомление с АЛУ типа К155ИПЗ на демонстрационном стенде. Разобраны оба режима работы АЛУ арифметический и логический. Для каждого режима работы приведены примеры демонстрирующие принцип работы АЛУ.