

Федеральное агентство железнодорожного транспорта  
Филиал федерального государственного бюджетного  
образовательного учреждения высшего профессионального образования  
«Сибирский государственный университет путей сообщения» в г.Новоалтайске

### Лабораторная работа №3. Двоичные вычитатели.

Автор: преподаватель информатики и схемотехники Чебан Олег Олегович

Дата создания: 2015

Цель работы: Изучение правил выполнения арифметических действий над двоичными числами и исследование принципов построения двоичных вычитателей.

Оборудование: Программа моделирования цифровых логических схем

Logisim <http://www.cburch.com/logisim/ru/>

## Постановка задачи.

Для выполнения арифметических операций над двоичными числами со знаком вводят дополнительный (знаковый) разряд, который указывает, является ли число положительным или отрицательным. Если число положительное, в знаковый разряд проставляется символ 0, если же число – отрицательное, то в знаковый разряд проставляется символ 1. Например, число (+ 5) с учетом знакового разряда (отделяется точкой) запишется как 0.0101, а число (-3) – как 1.0011.

Операция вычитания сводится к операции простого арифметического сложения двоичных чисел, представленных в обратном и дополнительном кодах. Положительные числа в прямом, обратном и дополнительном кодах имеют один и тот же вид, а отрицательные – различный.

Чтобы представить отрицательное двоичное число в обратном коде, надо во всех разрядах прямого кода заменить единицы нулями, а нули – единицами, т.е. проинвертировать число. Чтобы получить дополнительный код необходимо к обратному коду числа прибавить 1 к младшему разряду.

Таблица 1. Примеры двоичных чисел в прямом, обратном и дополнительном кодах.

Число	Прямой код	Обратный код	Дополнительный код
$5_{10}$	$0.0101_2$	$0.0101_2$	$0.0101_2$
$-3_{10}$	$1.0011_2$	$1.1100_2$ (инверсия)	$1.1101_2$ (+1)

Таблица 2. Пример арифметического сложения чисел со знаком:

A	$5_{10}$	=>	$0.0101_2$	
B	$+(-3)_{10}$		$+1.1101_2$	(дополнительный код)
S	$2_{10}$		$10.0010_2$	

## Ход работы.

1. Запустите программу Logisim → Откройте предыдущую работу «Сумматор».
2. С помощью инструмента «Добавить схему»+ добавим схему «Вычитатель».
3. Для построения вычитателя используем схему сумматора, см. Рис. 1.

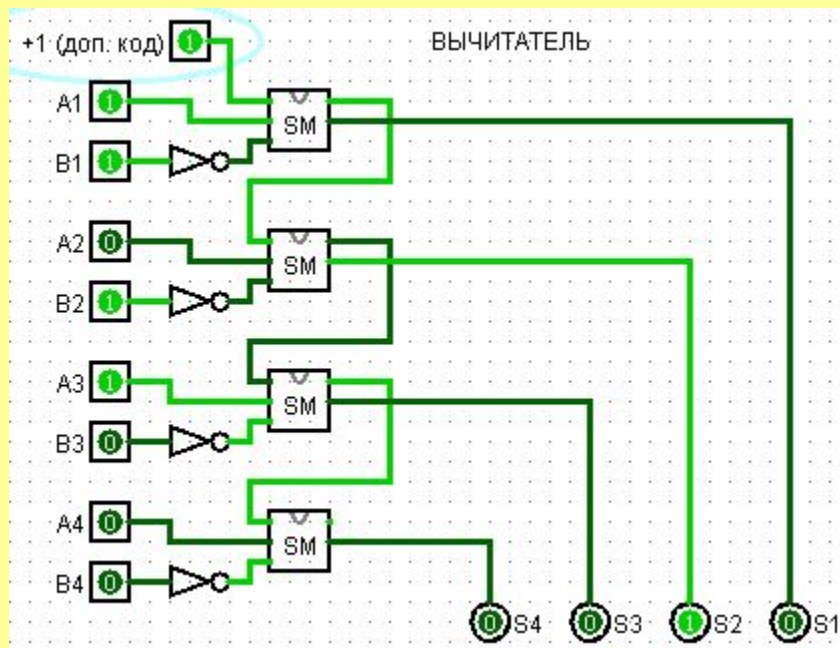


Рис. 1. Двоичный вычитатель

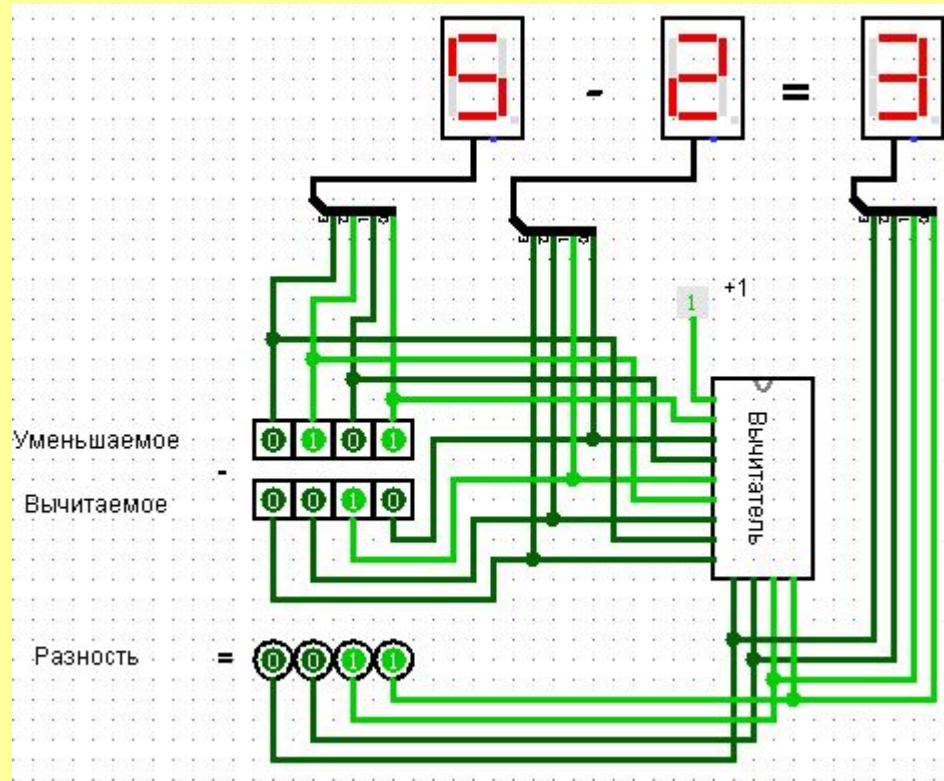
, где

	A4	A3	A2	A1	уменьшаемое	0101 (5)
+	B4	B3	B2	B1	вычитаемое	+ 0011 (3) → 1101 (-3)
	S4	S3	S2	S1	разность	0010 (2)

## Самостоятельно.

1. Построить схему «Четырехразрядный вычитатель» используя подсхему «Вычитатель», см. Рис. 2.

Рис. 2. Четырехразрядный вычитатель.



2. Измените схему «Вычитатель» добавив еще один разряд. Построить пятиразрядный вычитатель.