

Калькулятор над стеком

Используемая терминология

Стеком в задании называется упорядоченная конечная последовательность чисел, для которой используются следующая терминология.

Голова стека — это последний элемент последовательности.

Добавить число n в стек = добавить n в конец последовательности. *Извлечь* число из стека = удалить последний элемент последовательности.

Размером стека называется общее число содержащихся в нём элементов (длина последовательности). Стек *пуст*, если его размер — 0, и *непуст* в остальных случаях.

В задании рассматривается стек, допустимый размер которого ограничен сверху заранее заданным числом — *ёмкостью* этого стека.

Порты

Входы:

- `clk`, ширина 1: тактовый.
- `rst`, ширина 1: асинхронный сброс.
- `in`, ширина 8: входное число.
- `op`, ширина 4: код операции.
- `apply`, ширина 1: флаг применения операции.

Выходы:

- `head`, ширина 8: голова стека.
- `empty`, ширина 1: индикатор пустоты стека.
- `valid`, ширина 1: индикатор корректности стека.

Описание схемы

В схеме содержится стек ёмкости 5. Числа в этом стеке имеют ширину 8.

После асинхронного сброса стек пуст. Содержимое стека изменяется в моменты отрицательных фронтов тактового сигнала следующим образом. Если `apply == 0`, то стек не изменяется. Если `apply == 1`, то стек изменяется согласно коду операции (значению `op`):

- 0: в стек добавляется число `in`.
- 1: из стека извлекается число.
- 2: к голове стека прибавляется единица (*в этом и следующих пунктах — с переполнением*).
- 3: из головы стека вычитается единица.
- 4: из стека извлекается два числа, и в стек добавляется сумма этих чисел (*в этом и следующих пунктах — извлечение и добавление происходит одновременно*).
- 5: из стека извлекается два числа, и в стек добавляется произведение этих чисел.
- 6: из стека извлекается два числа, и в стек добавляется разность второго и первого извлечённых чисел.
- 7: из стека извлекается два числа, и в стек добавляется частное от деления второго извлечённого числа на первое.
- 8: из стека извлекается два числа, и в стек добавляется остаток от деления второго извлечённого числа на первое.

Операция *некорректна*, если верно хотя бы одно из следующих условий:

- Код операции отличается от всех перечисленных выше.
- В стеке не содержится столько чисел, сколько должно быть извлечено.
- В стек должно быть добавлено число, и при этом его размер равен ёмкости.
- При выполнении операции происходит деление на ноль.

После асинхронного сброса `valid == 1`, и это значение не изменяется, пока не будет применена некорректная операция. После применения некорректной операции значение `valid` немедленно становится равным 0 и больше не изменяется, а значения в остальных выходах не специфицированы (*правильность решения не зависит от этих значений*).

Пока `valid == 1`:

- В выход `head` выводится текущая голова стека (*если стек пуст, то что угодно*).
- Значение на выходе `empty` — 1, если стек пуст, и 0, если стек непуст.