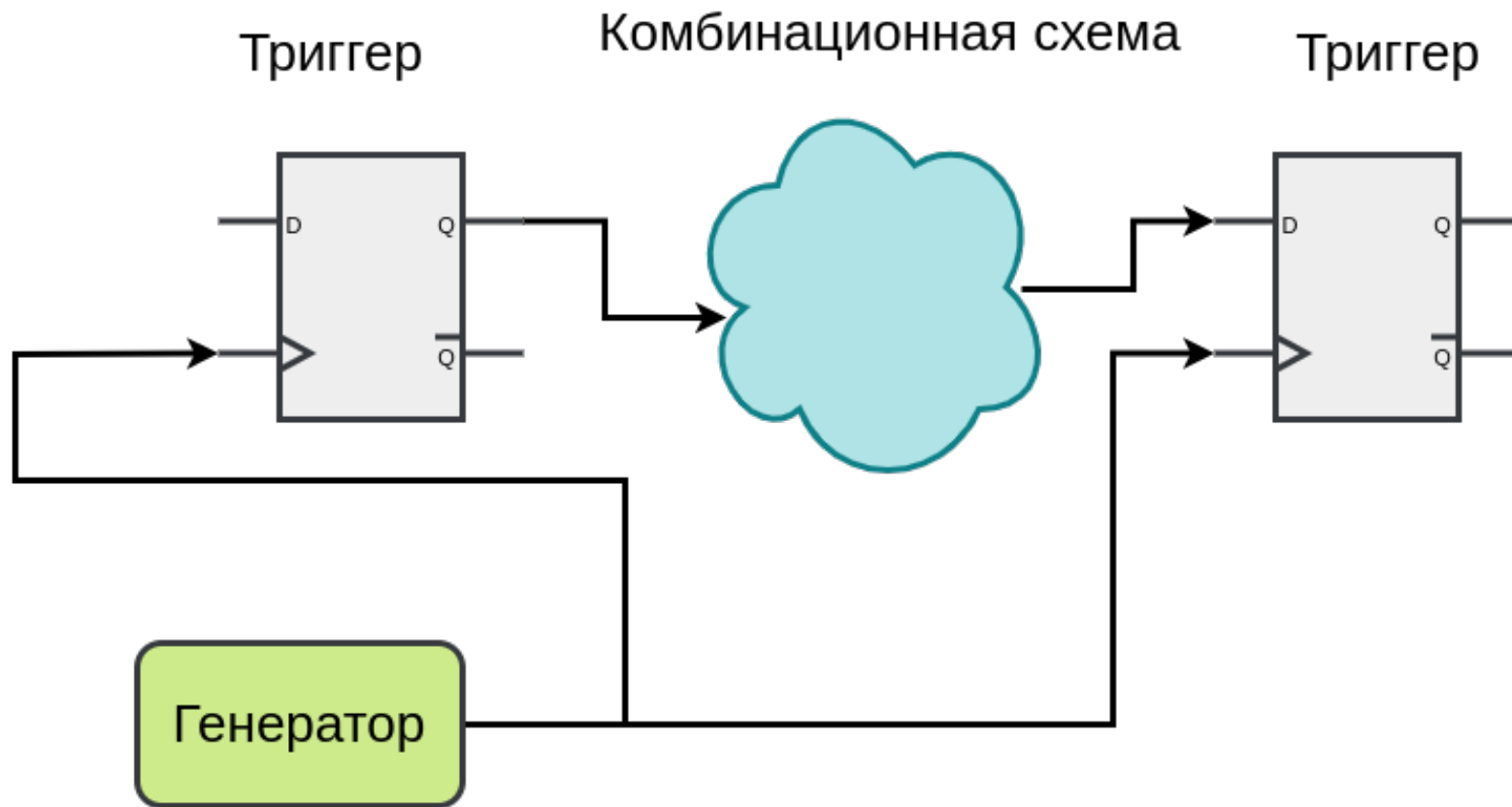


# Задержки в комбинационных и последовательностных схемах

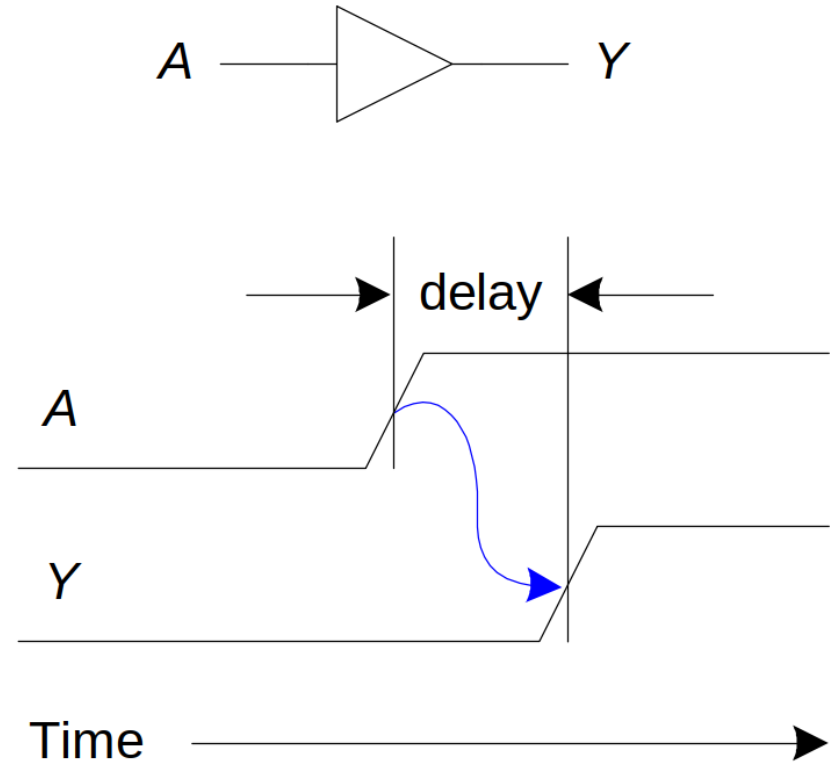
Дмитрий Смехов

# Синхронные схемы



# The problem with combinational logic

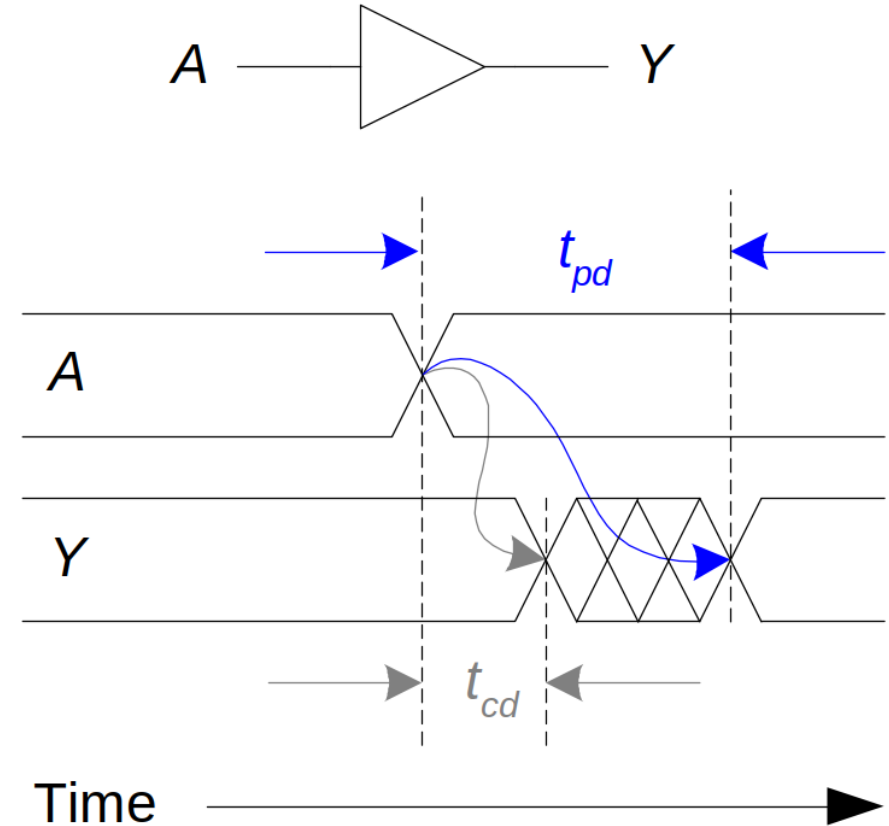
- A computation in combinational logic is not instant.
- How to determine when the results are ready and can be used by the next step of computation?



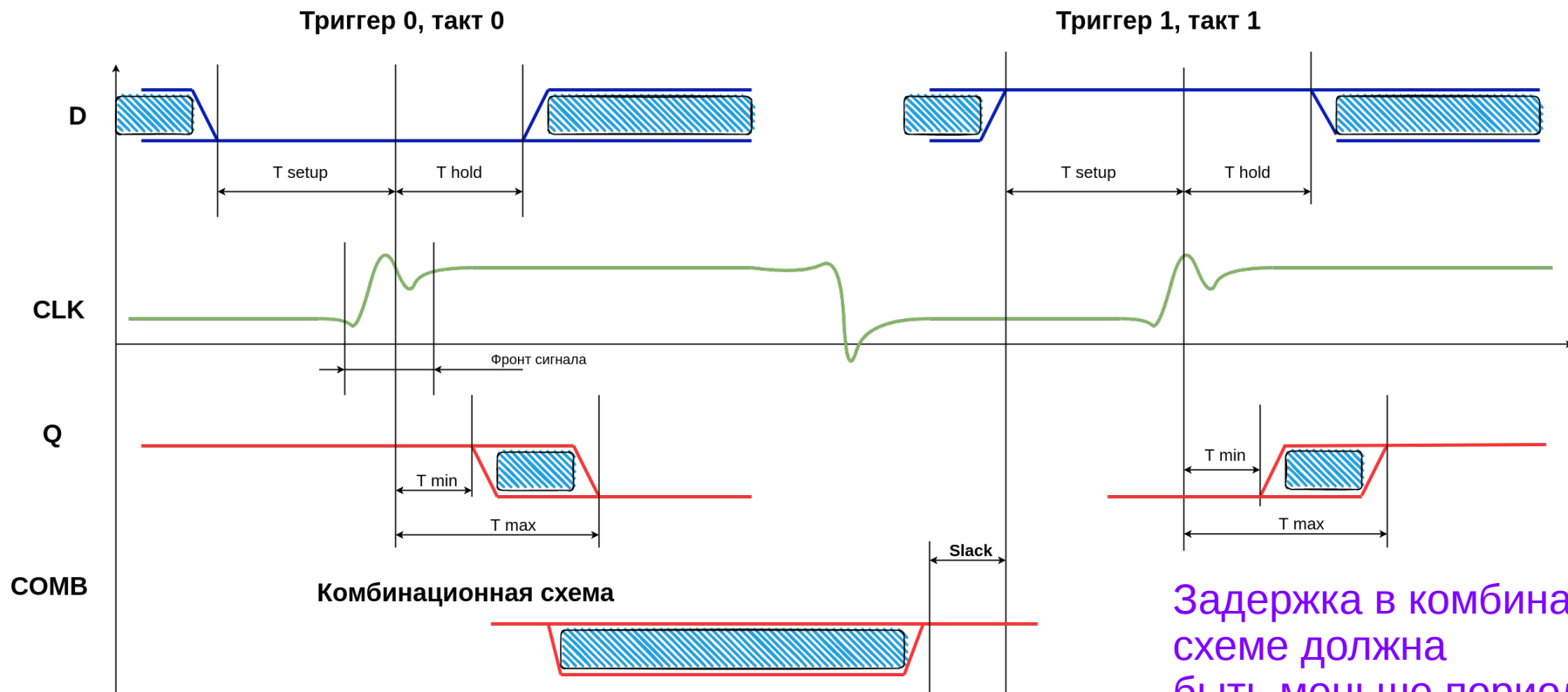
# Contamination and propagation delays



- Contamination delay  $t_{cd}$ 
  - After the inputs changed, the result started changing, but is not stable yet
  - The result is “contaminated”
  - During contamination the result may not be a clean combinational function of the inputs
- Propagation delay  $t_{pd}$ 
  - Also relative to the moment inputs changed
  - The result finally became stable
  - Now the result is a clean combinational function of the inputs



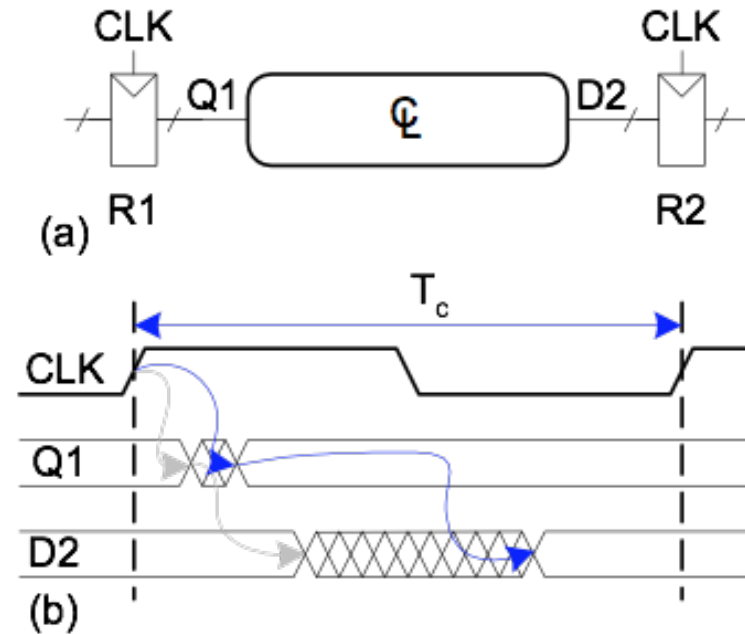
# Первое приближение



Задержка в комбинационной  
схеме должна  
быть меньше периода  
тактового сигнала

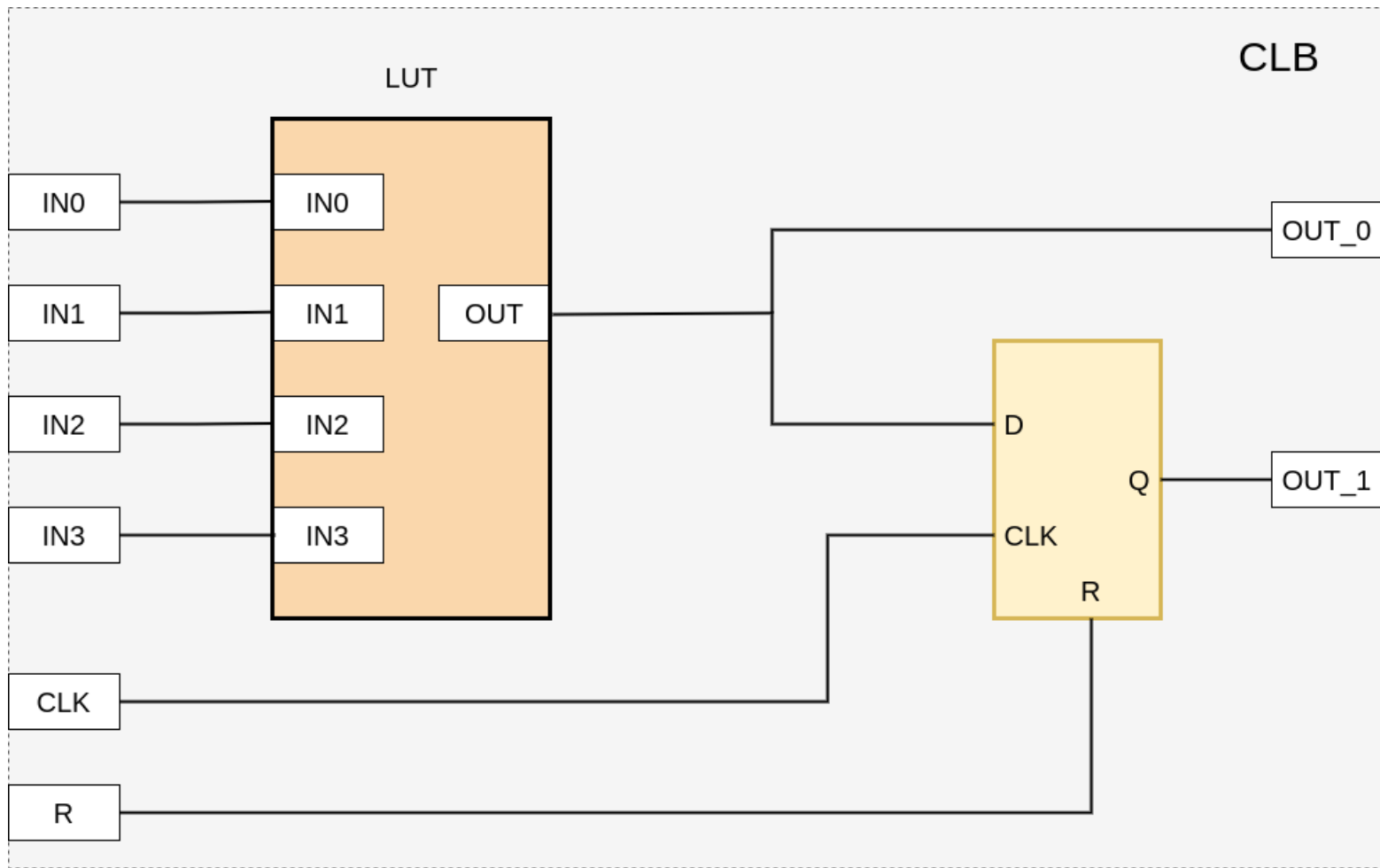
# Clock is used to make computation deterministic

- Before the results are ready, the outputs may contain random or even non-digital values
- How to find when the results are ready and can be used by the next step of computation?
- We can synchronize the computation with a special signal called clock

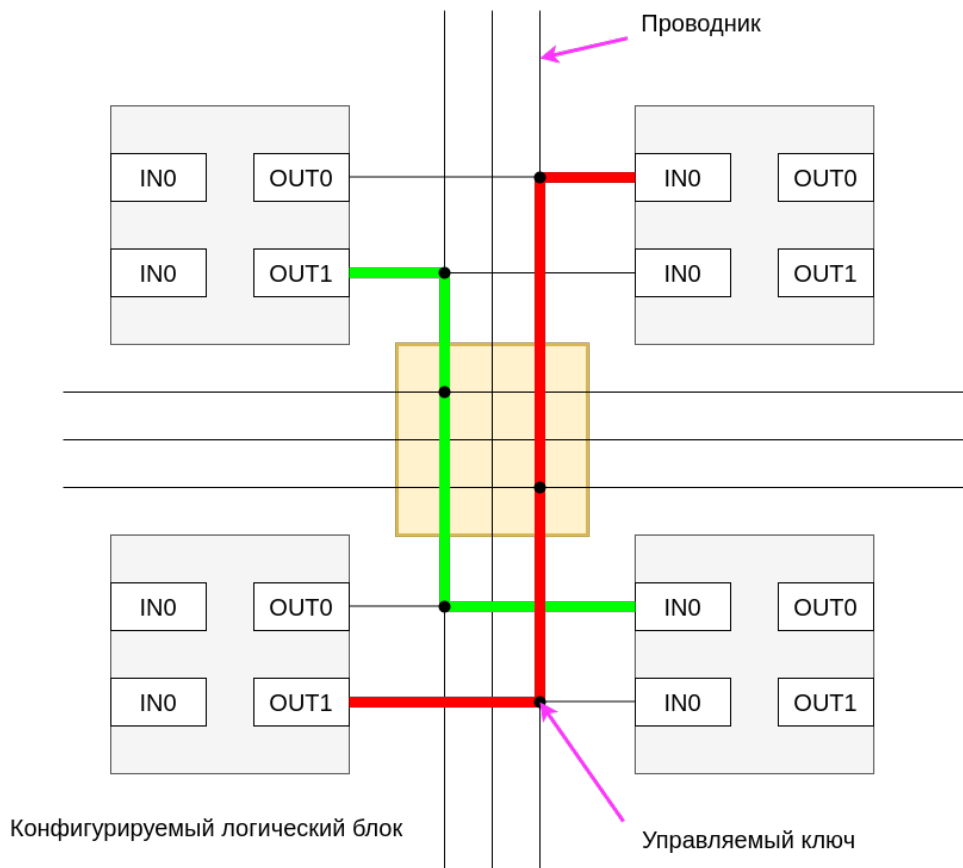


The picture is from Digital Design and Computer Architecture, 2nd Edition by David Harris and Sarah Harris. Elsevier, 2012

# Конфигурируемый логический блок

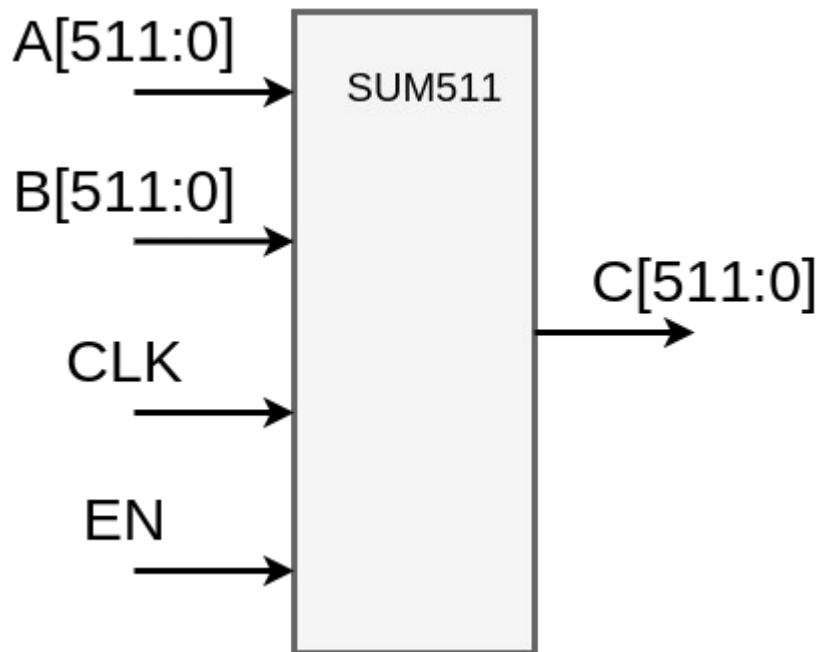


# Матрица соединений





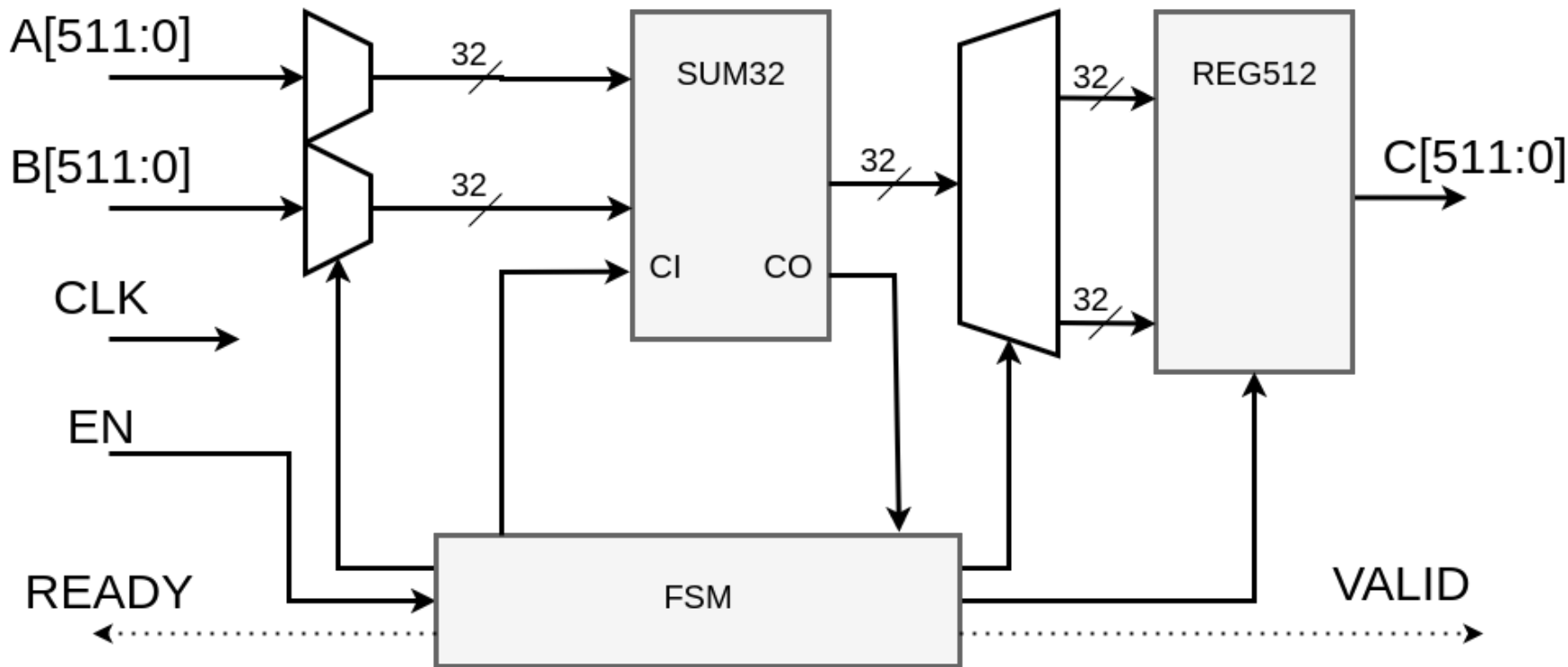
# Сумматор двух чисел 512 бит



Частота 300 МГц

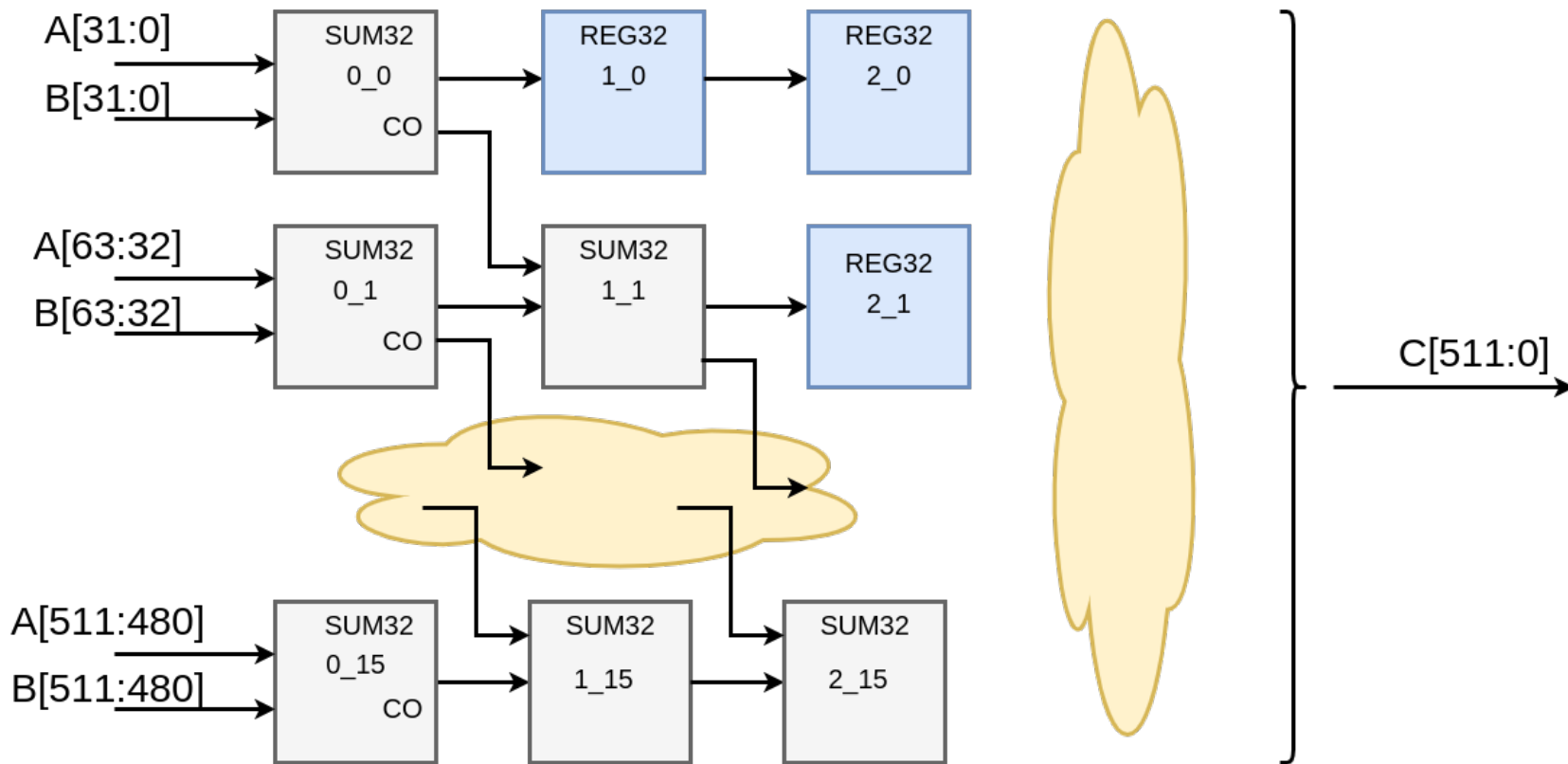
WNS(ns)	TNS(ns)	TNS Failing Endpoints
-4.324	-1526.077	463

# Реализация при помощи цикла

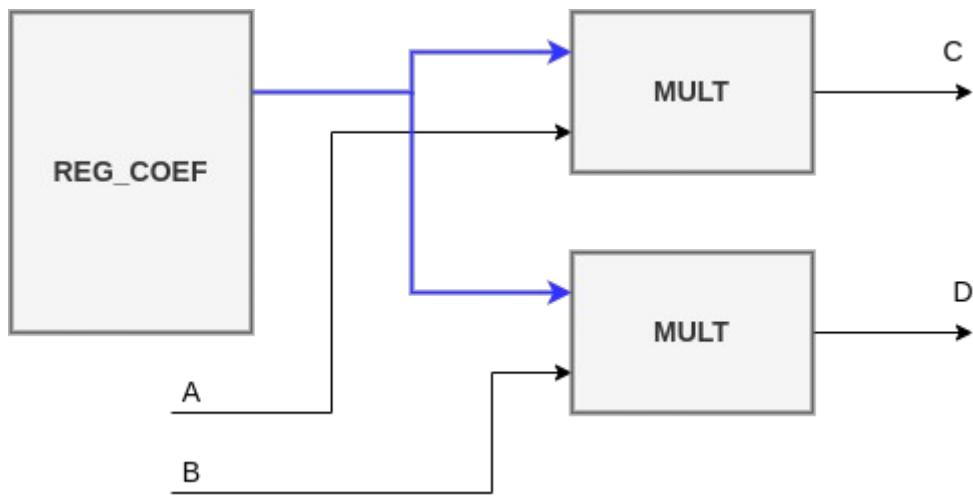


Суммирование будет проведено за 16 тактов

# Конвейерная реализация



# Статические сигналы



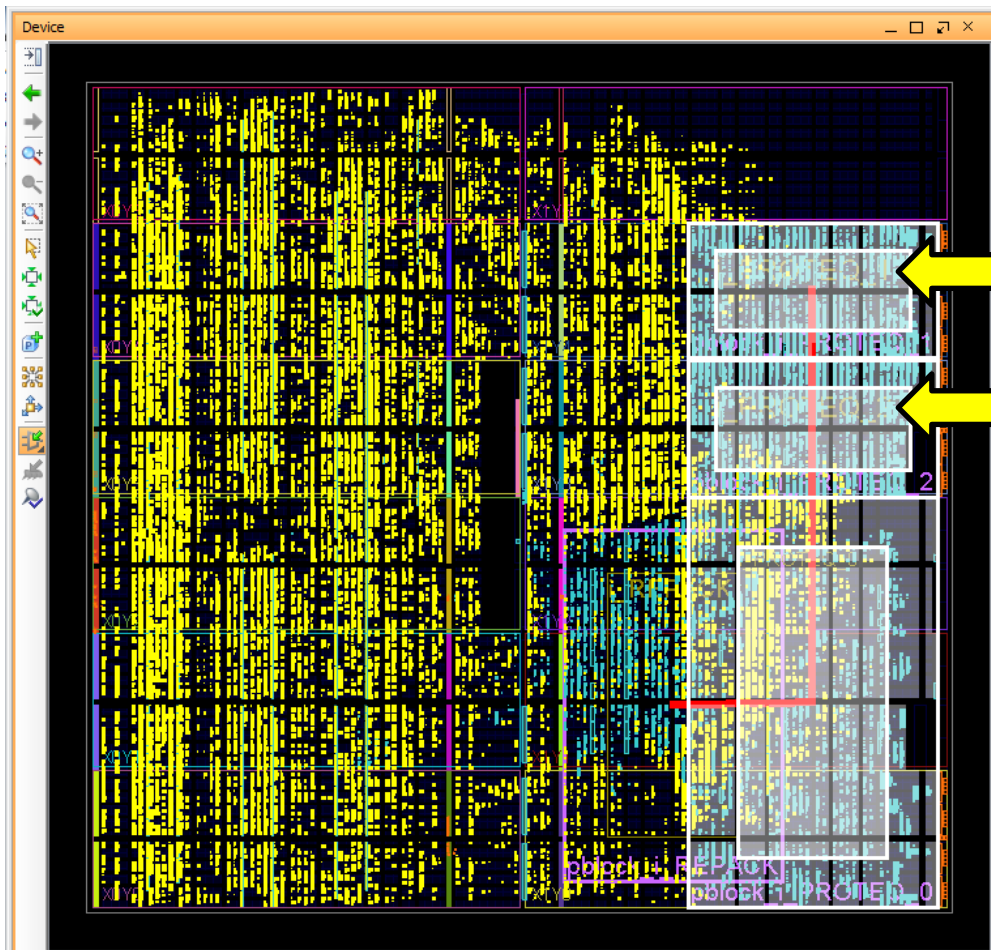
**REG\_COEF** — коэффициенты  
которые не изменяются во время  
сеанса

Эти сигналы надо исключить из  
временного анализа

Команда:  
`set_false_path`

Существует возможность сделать  
отдельный компонент для  
использования в RTL

# Ограничение областей трассировки



PROTEQ 2

PROTEQ 1

PROTEQ 0