

# Языки описания схем

(mk.cs.msu.ru → Лекционные курсы → Языки описания схем)

## Блок 8

Ещё несколько слов о триггерах:

Синхронные триггеры

Асинхронные триггеры

Типичные входы триггеров

Лектор:

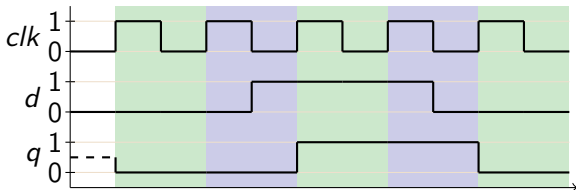
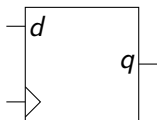
**Подымов Владислав Васильевич**

E-mail:

**valdus@yandex.ru**

# Вступление

Напоминание: D-триггер



- ▶ Значение *сигнала* на входе  $d$  сохраняется в момент каждого положительного фронта *тактового сигнала*
- ▶ Значение *сигнала* на выходе  $q$  всегда совпадает с последним сохранённым значением

Какие бывают триггеры, что у них общего и чем они различаются?

# Синхронные триггеры

**Синхронный триггер** — это схема  $\Sigma$ , устроенная следующим образом

Как правило, в каждый момент времени  $\Sigma$  находится в одном из двух **основных состояний**: 0 или 1

**Исключения:**

- ▶ Когда состояние изменяется,  $\Sigma$  кратковременно (*мгновенно*) проходит через особое **переходное** состояние
- ▶ При “неправильной” работе  $\Sigma$  может переходить в **неспецифицированное** состояние (\*) с неизвестным поведением

В  $\Sigma$  обязательно содержится **тактовый вход**, через который поступает **тактовый сигнал** (*clk*) с заранее заданным **активным уровнем**

**Активный уровень триггера** задаётся как активный уровень сигнала *clk*

По умолчанию будем считать все синхронные триггеры **положительными**

Состояния  $\Sigma$  могут изменяться только во время передних фронтов *clk*

Значения на выходах  $\Sigma$  зависят только от текущего состояния

# Синхронные триггеры

Символом  $q$  [записью  $\bar{q}$ ] принято обозначать

- ▶ текущее состояние триггера [отрицание текущего состояния], а также
- ▶ выход, значение на котором всегда равно [противоположно] текущему состоянию

Обычно в триггерах содержатся только выходы  $q$  и  $\bar{q}$

## Табличный способ задания синхронного триггера

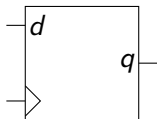
с входами  $i_1, \dots, i_n$  (кроме тактового):  $(\alpha_1, \dots, \alpha_n, v \in B; v' \in \{0, 1, *\})$

| $i_1, \dots, i_n$         | $q$ | $q'$ |         | $i_1(t), \dots, i_n(t)$ | $q(t)$ | $q(t+1)$   |     |      |
|---------------------------|-----|------|---------|-------------------------|--------|------------|-----|------|
| ...                       |     | ...  | Оно же: | ...                     |        | ...        |     |      |
| $\alpha_1 \dots \alpha_n$ | $v$ | $v'$ |         | $\alpha_1$              | ...    | $\alpha_n$ | $v$ | $v'$ |
| ...                       |     | ...  |         |                         | ...    |            |     | ...  |

**Трактовка:** если перед передним фронтом  $clk$  триггер находился в состоянии  $v$  и на входах были значения  $\alpha_1, \dots, \alpha_n$ , то после фронта триггер перейдёт в состояние  $v'$

# Синхронные триггеры

**Пример:** табличный способ задания D-триггера



| $d$ | $q$ | $q'$ |
|-----|-----|------|
| 0   | 0   | 0    |
| 0   | 1   | 0    |
| 1   | 0   | 1    |
| 1   | 1   | 1    |

| $d(t)$ | $q(t)$ | $q(t+1)$ |
|--------|--------|----------|
| 0      | 0      | 0        |
| 0      | 1      | 0        |
| 1      | 0      | 1        |
| 1      | 1      | 1        |

# Асинхронные триггеры

**Асинхронный триггер** не имеет тактового входа, тактового сигнала и соответствующих ограничений на поведение, а в остальном устроен так же, как синхронный

## Табличный способ задания асинхронного триггера

с входами  $i_1, \dots, i_n$ :

$(\alpha_1, \dots, \alpha_n \in B; v \in \{0, 1, q, *\})$

| $i_1, \dots, i_n$         | $q$ |
|---------------------------|-----|
| ...                       | ... |
| $\alpha_1 \dots \alpha_n$ | $v$ |
| ...                       | ... |

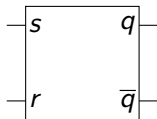
**Трактовка:** если значения на входах равны  $\alpha_1, \dots, \alpha_n$  и

- ▶  $v \neq q$ , то триггер переходит в состояние  $v$  и остаётся в этом состоянии, пока значения на входах не изменятся
- ▶  $v = q$ , то триггер не изменяет своё состояние

# Асинхронные триггеры

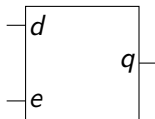
Пример: табличный способ задания

RS-триггера



| $s$ | $r$ | $q$ |
|-----|-----|-----|
| 0   | 0   | $q$ |
| 0   | 1   | 0   |
| 1   | 0   | 1   |
| 1   | 1   | *   |

D-защёлки



| $e$ | $d$ | $q$ |
|-----|-----|-----|
| 0   | 0   | $q$ |
| 0   | 1   | $q$ |
| 1   | 0   | 0   |
| 1   | 1   | 1   |

## Дополнительные входы триггеров

В триггеры нередко добавляются входы, особым (простым и предсказуемым) образом изменяющие поведение и изменяющие название “триггер  $T$ ” на “триггер  $T$  с таким-то входом”

Типичные дополнительные входы синхронных триггеров:

Синхронный сброс  $sr$

Если  $sr(t) = 1$ , то  $q(t + 1) = 0$

Если  $sr(t) = 0$ , то значение  $q(t + 1)$  определяется согласно таблице

Синхронная установка  $ss$

Если  $ss(t) = 1$ , то  $q(t + 1) = 1$

Если  $ss(t) = 0$ , то значение  $q(t + 1)$  определяется согласно таблице



# Дополнительные входы триггеров

Типичные дополнительные входы любых триггеров:

Асинхронный сброс *ar*

Если  $ar = 1$ , то триггер переходит в состояние 0 и остаётся в нём, пока значение *ar* не изменится

Если  $ar = 0$ , то триггер функционирует обычным образом

Асинхронная установка *as*

Если  $as = 1$ , то триггер переходит в состояние 1 и остаётся в нём, пока значение *as* не изменится

Если  $as = 0$ , то триггер функционирует обычным образом

Включение *en*

Если  $en = 0$ , то триггер не изменяет своё состояние

Если  $en = 1$ , то триггер функционирует обычным образом

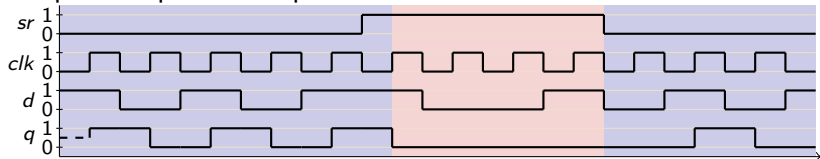
# Дополнительные входы триггеров

## Примеры

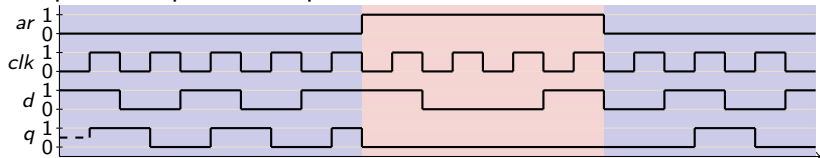
D-триггер:



D-триггер с синхронным сбросом:



D-триггер с асинхронным сбросом:



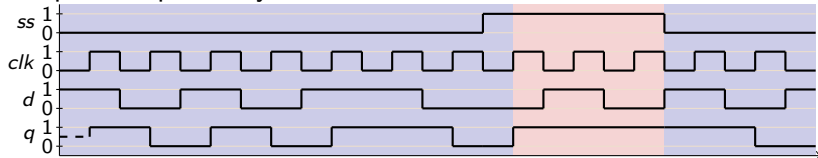
# Дополнительные входы триггеров

## Примеры

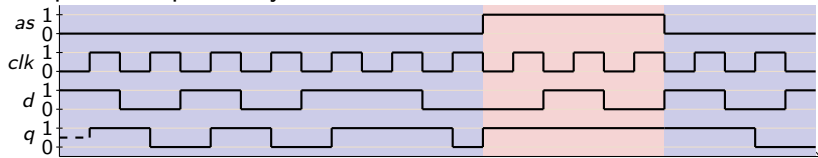
D-триггер:



D-триггер с синхронной установкой:



D-триггер с асинхронной установкой:



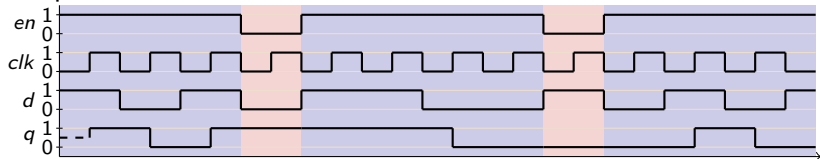
# Дополнительные входы триггеров

## Примеры

D-триггер:



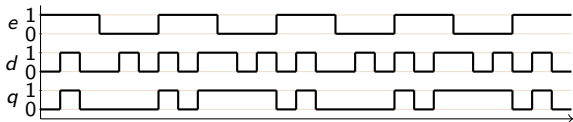
D-триггер с включением:



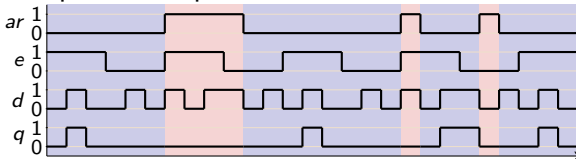
# Дополнительные входы триггеров

## Примеры

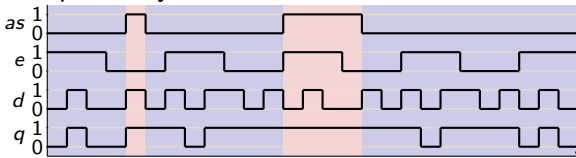
D-защёлка:



D-защёлка с асинхронным сбросом:



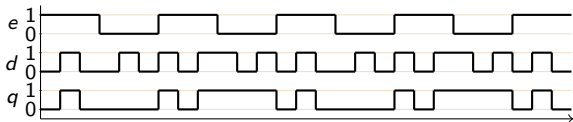
D-защёлка с асинхронной установкой:



# Дополнительные входы триггеров

## Примеры

D-защёлка:



D-защёлка с включением:

