

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Схемотехника ЭВМ

**Лекция №4.**  
**Триггерные устройства.**  
**Классификация, асинхронные и статические**  
**триггеры**

Мальчуков Андрей Николаевич

Томск – 2014

# Определение триггера

- **Триггер** – это устройство с двумя устойчивыми состояниями, содержащее фиксатор состояния и схему управления. На схему управления (входы) поступают сигналы (информационные, тактирующие, управляющие). Состояние триггера определяется элементом памяти. Обычно триггер имеет прямой и инверсный выходы ( $Q$  и  $\overline{Q}$  соответственно).

# Классификация триггеров

## По признаку логического функционирования

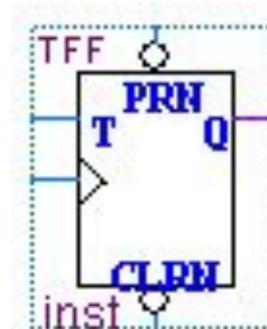
- *RS, D, T, DV, TV, JK*, комбинированные и со сложной логикой.
- ***RS*-триггер** имеет два входа отдельной установки в нулевое и единичное состояние. Воздействие по входу *S* (Set) переводит триггер в единичное состояние. Воздействие по входу *R* (Reset) переводит триггер в нулевое состояние. Одновременная подача управляющих сигналов (воздействий) запрещена.
- ***D*-триггер** принимает информацию по одному входу, его состояние через некоторое время повторяет выходной сигнал. Время задержки определяется тактовым сигналом. Название триггера происходит от английского слова Delay – задержка. Delay flip-flop (dff)

# Классификация триггеров

- ***T*-триггер** называют триггер со счётным входом, который изменяет состояние на противоположное каждый раз, когда на входе триггера появляется тактовый импульс. Триггер назван первой буквой английского слова Toggle – переключать. Toggle flip-flop (tff)
- ***DV* и *TV* триггеры** отличаются от своих прототипов дополнительным входом  $V$ , который позволяет переводить триггер в режим хранения при  $V=0$ , а при  $V=1$  работать также, как и обычные  $D$  и  $T$  триггеры соответственно.

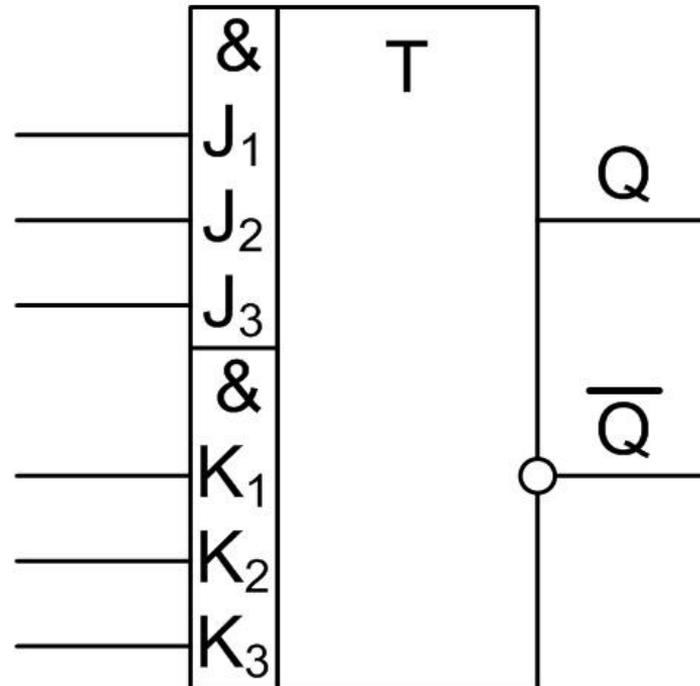
# Классификация триггеров

- **JK-триггер** универсален. Также как и в *RS*-триггере имеет отдельную установку единичного (Jump) и нулевого (Kill) состояний. В отличие от *RS*-триггера одновременная подача управляющих сигналов разрешена – она переводит триггер в счётный режим. Jump Kill flip-flop (jkff)
- В **комбинированных триггерах** совмещаются несколько режимов, такие триггеры встречаются наиболее часто. Например, триггеры *T*, *D* и *JK* с асинхронными *RS* входами сброса и установки единичного состояния.



# Классификация триггеров

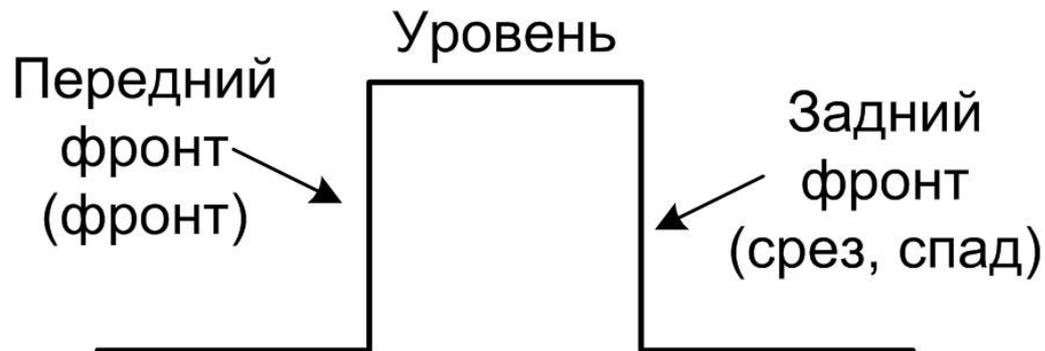
- Примером триггера со сложной входной логикой может служить  $JK$  триггер с групповым  $J$  и  $K$  входами ( $J_1J_2J_3$  и  $K_1K_2K_3$  – см. рис.), объединённых конъюнкцией.



# Классификация триггеров

## По способу записи информации

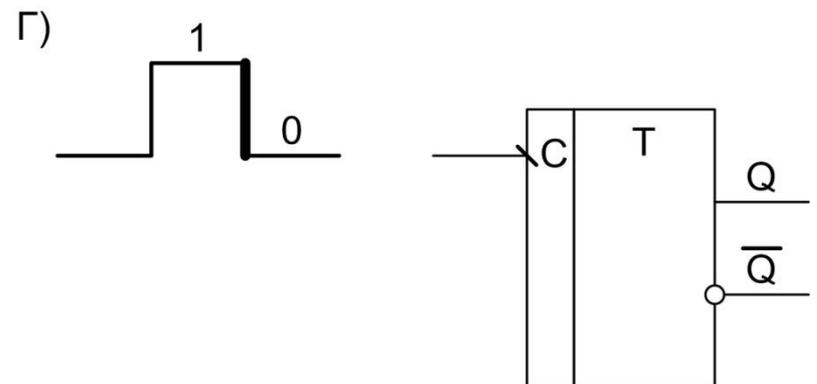
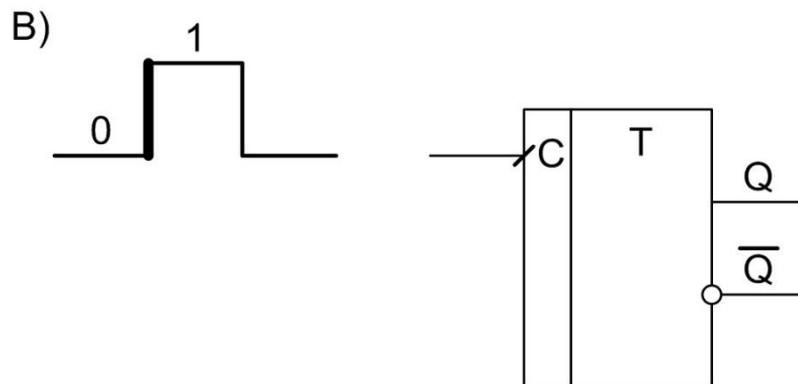
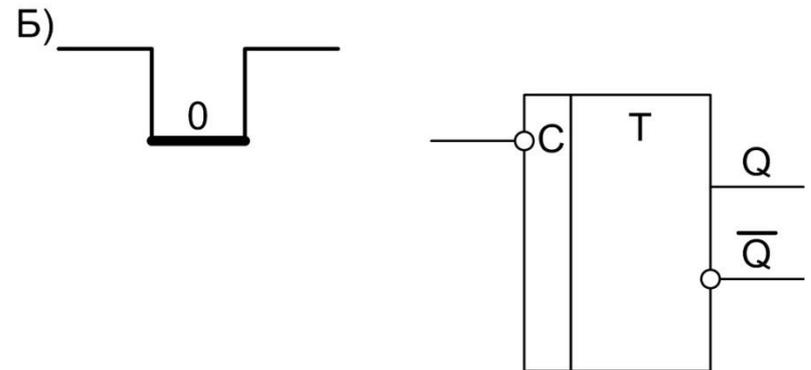
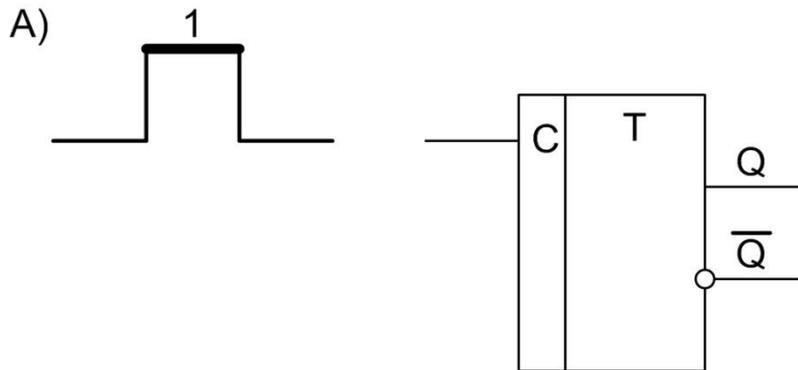
- асинхронные и синхронные (тактируемые); тактируемые делятся на динамические (по фронту) и статические (по уровню); статические в свою очередь на одноступенчатые и двухступенчатые.



- **Асинхронные триггеры** – триггеры осуществляющие переход в новое состояние по изменению информационных сигналов.

# Классификация триггеров

- Синхронные (тактируемые) триггеры могут изменять своё состояние только при наличии тактового импульса на входе  $C$ .



# Классификация триггеров

- В управляемых уровнях **одноступенчатых триггерах** при появлении синхросигнала происходит полное переключение состояния триггера.
- В **двухступенчатых триггерах** имеется входной и выходной каскады, которые переключаются поочерёдно.

# Сводная таблица функционирования триггеров

Вход						Выход		Переход
<i>R</i>	<i>S</i>	<i>D</i>	<i>T</i>	<i>J</i>	<i>K</i>	$Q(t)$	$Q(t+1)$	
X	0	0	0	0	X	0	0	0→0
0	X	1	0	X	0	1	1	1→1
0	1	1	1	1	X	0	1	0→1
1	0	0	1	X	1	1	0	1→0

Режимы триггеров:

**RS** – хранение, установка в 0, установка в 1, запрещённый;

**D** – хранение, установка в 1, установка в 0;

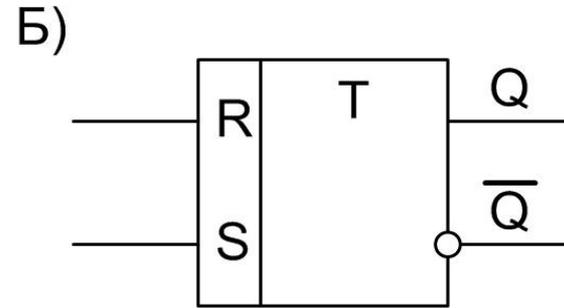
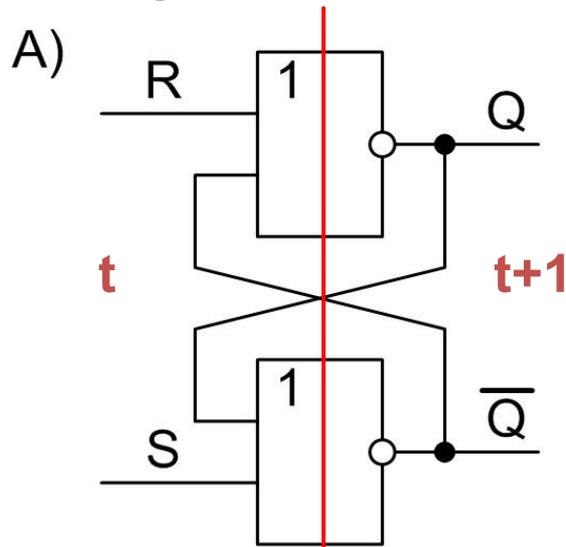
**T** – хранение, счётный режим 0→1, счётный режим 1→0;

**JK** – хранение, установка в 0, установка в 1, счётный режим 0→1, счётный режим 1→0.

# Асинхронный RS-триггер

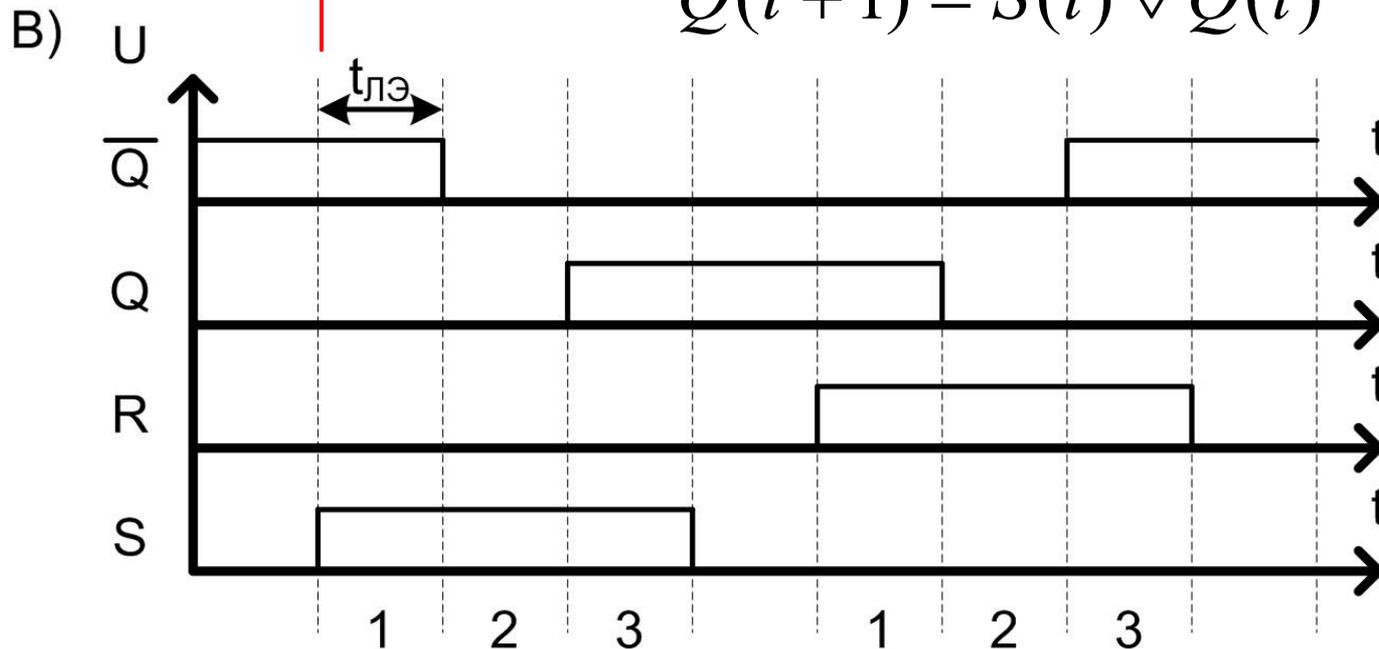
- Асинхронный RS-триггер имеет симметричную структуру и состоит из двух ЛЭ ИЛИ-НЕ или И-НЕ, охваченных перекрестной положительной обратной связью. Этот триггер обладает двумя устойчивыми состояниями, которые обеспечиваются за счет связи выхода каждого элемента с одним из входов другого. Свободные входы служат для управления и называются информационными или логическими.

# Асинхронный RS-триггер на ЛЭ ИЛИ-НЕ

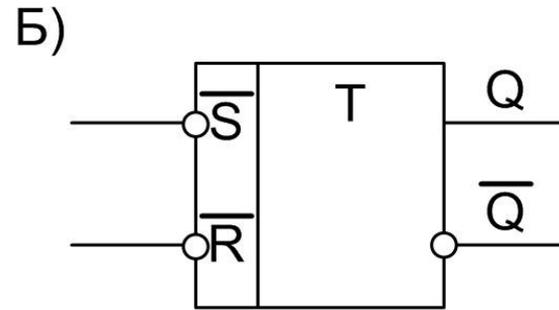
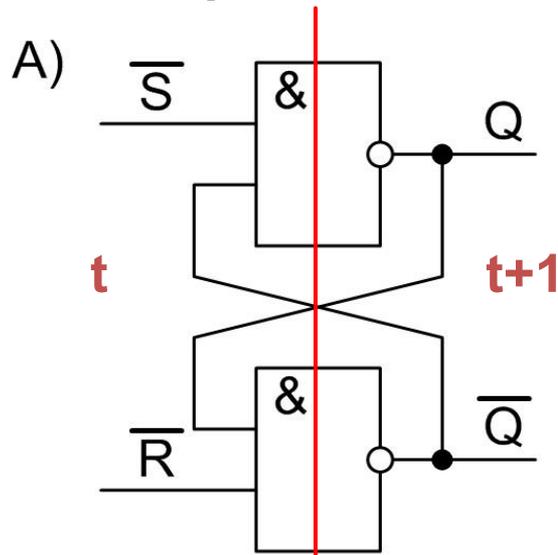


$$Q(t+1) = \overline{R(t) \vee \overline{Q}(t)}$$

$$\overline{Q}(t+1) = \overline{S(t) \vee Q(t)}$$

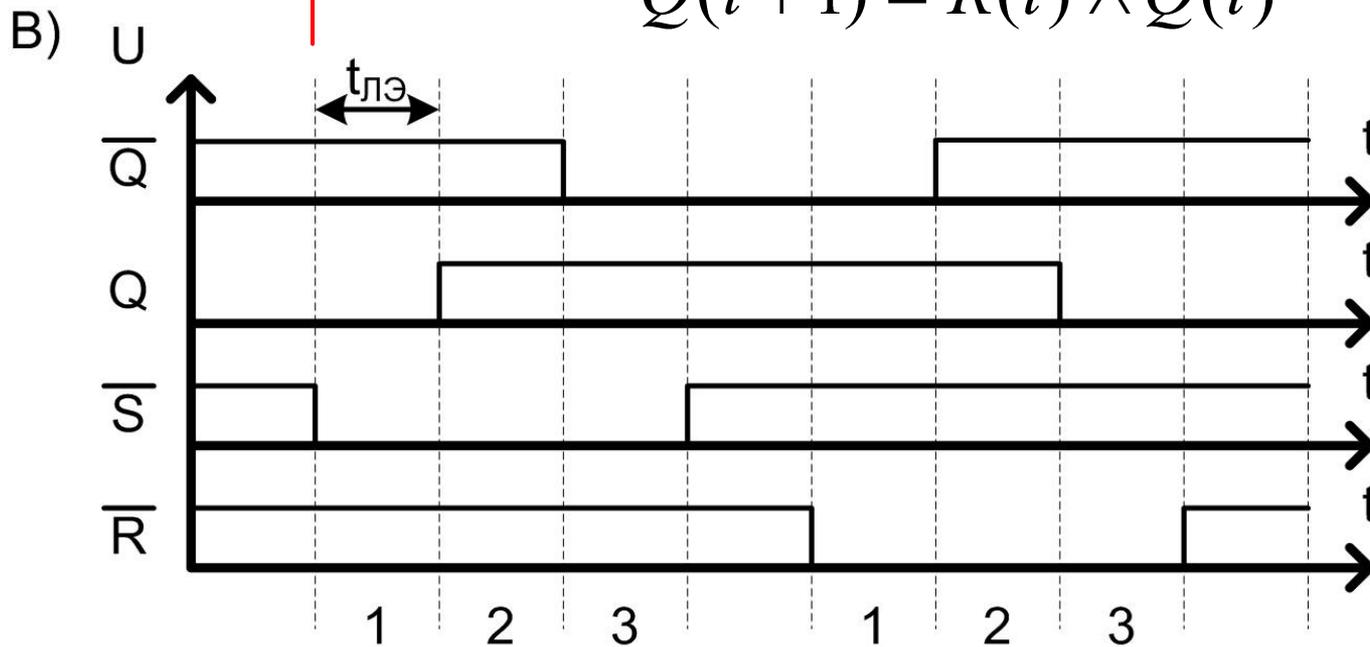


# Асинхронный RS-триггер на ЛЭ И-НЕ

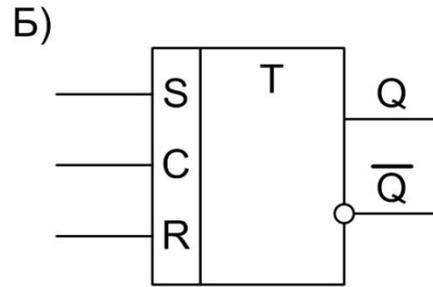
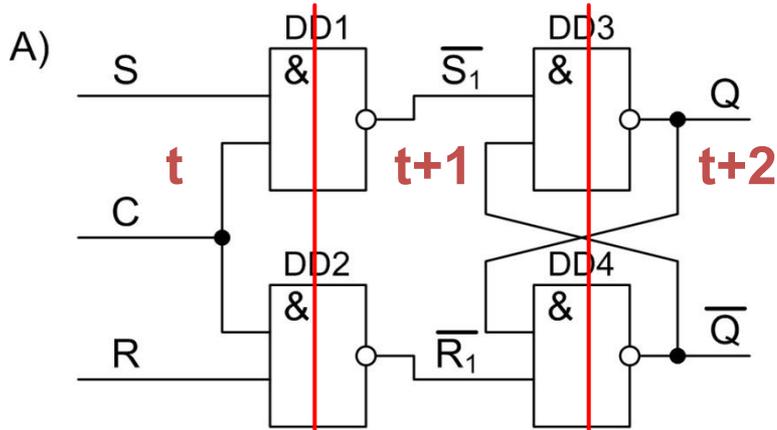


$$Q(t+1) = \overline{\overline{S}(t) \wedge \overline{Q}(t)}$$

$$\overline{Q}(t+1) = \overline{\overline{R}(t) \wedge Q(t)}$$

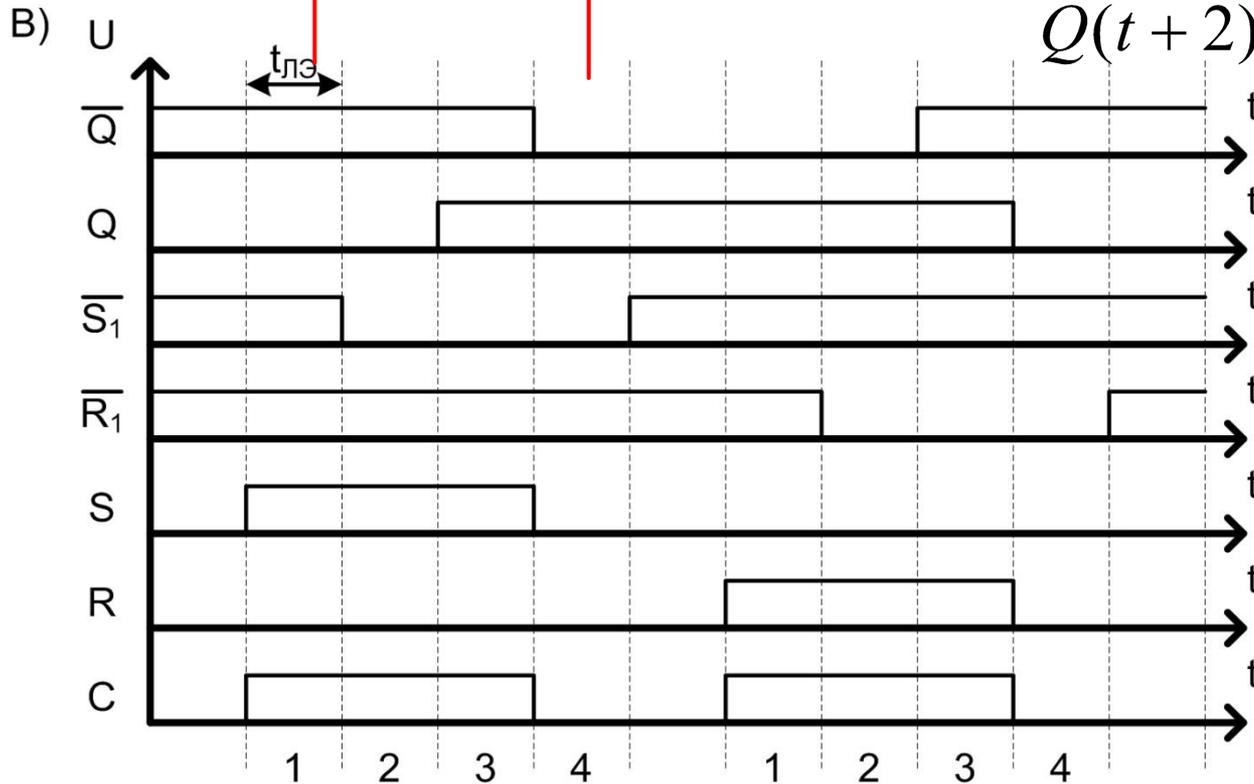


# Синхронный RS-триггер на ЛЭ И-НЕ



$$Q(t+2) = \overline{\overline{S_1(t+1)} \wedge \overline{Q(t+1)}}$$

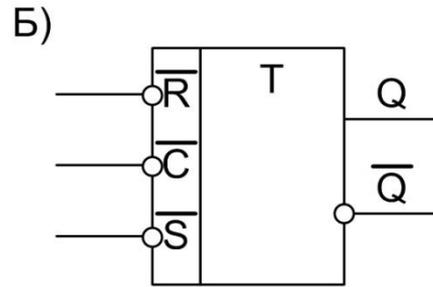
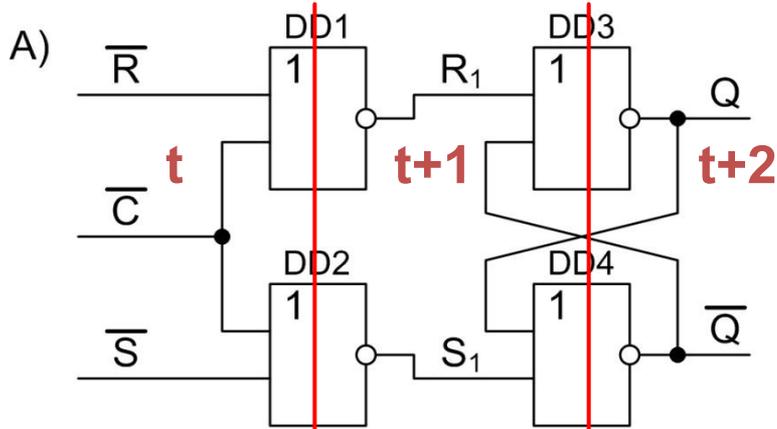
$$\overline{Q}(t+2) = \overline{\overline{R_1(t+1)} \wedge Q(t+1)}$$



$$\overline{S_1}(t+1) = \overline{S(t) \wedge C(t)}$$

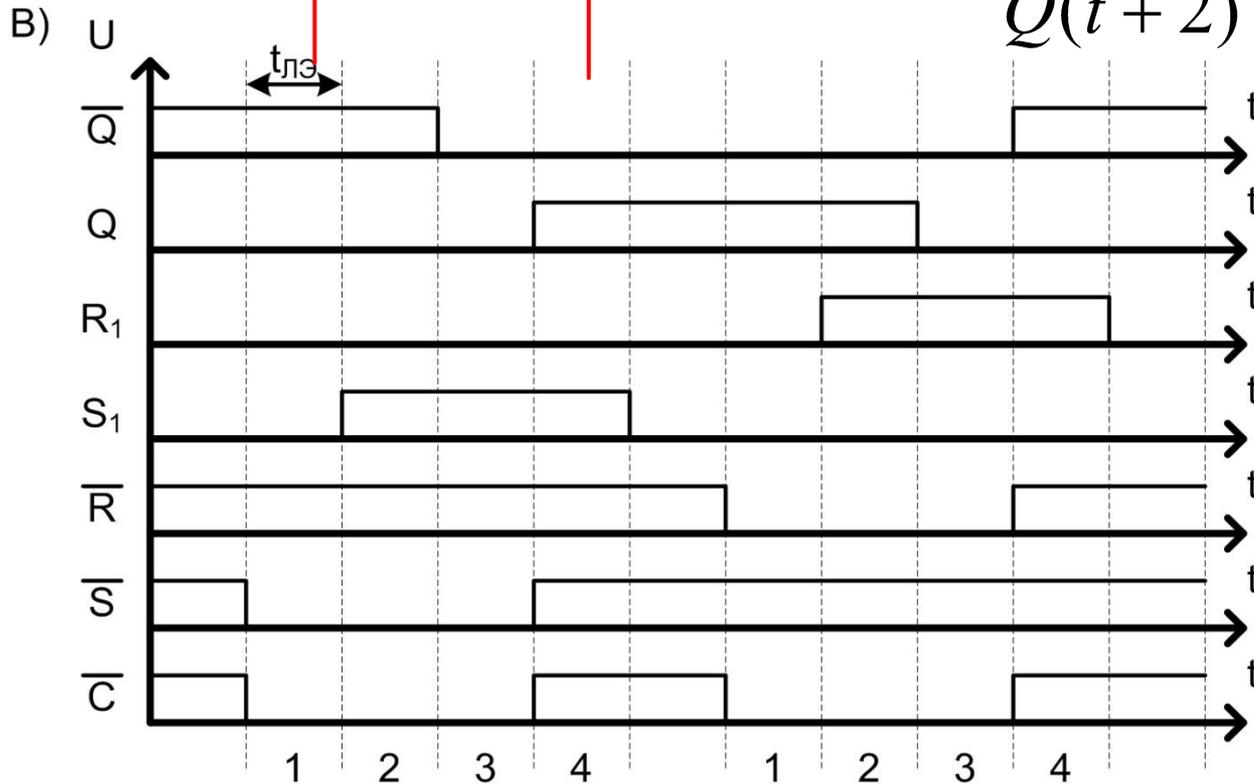
$$\overline{R_1}(t+1) = \overline{R(t) \wedge C(t)}$$

# Синхронный RS-триггер на ЛЭ ИЛИ-НЕ



$$\overline{Q}(t+2) = \overline{R_1(t+1) \vee \overline{Q}(t+1)}$$

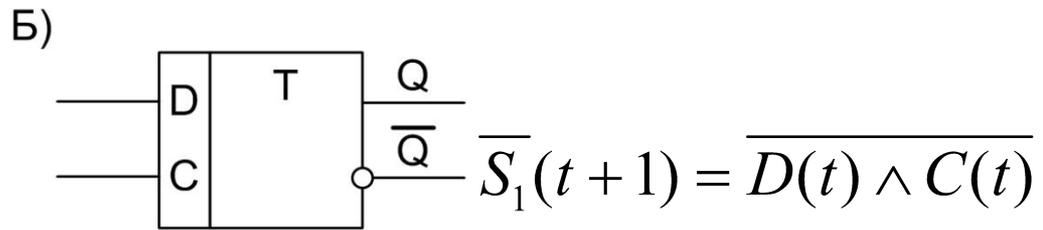
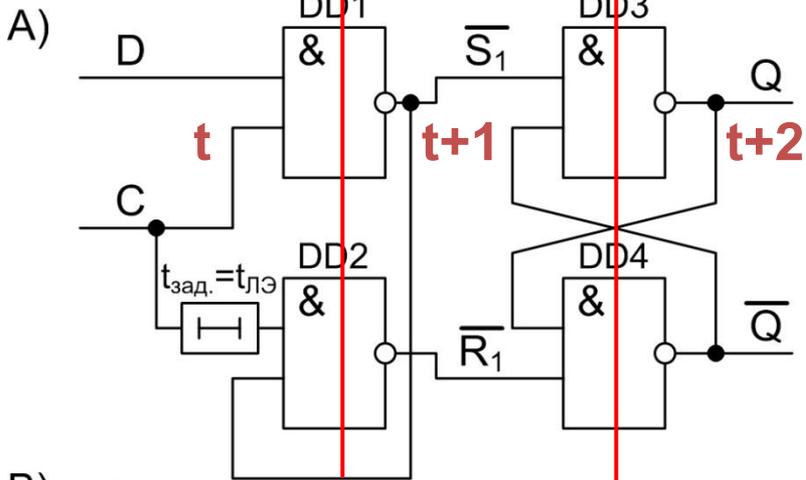
$$Q(t+2) = \overline{S_1(t+1) \vee Q(t+1)}$$



$$R_1(t+1) = \overline{R(t) \vee C(t)}$$

$$S_1(t+1) = \overline{\overline{S(t)} \vee C(t)}$$

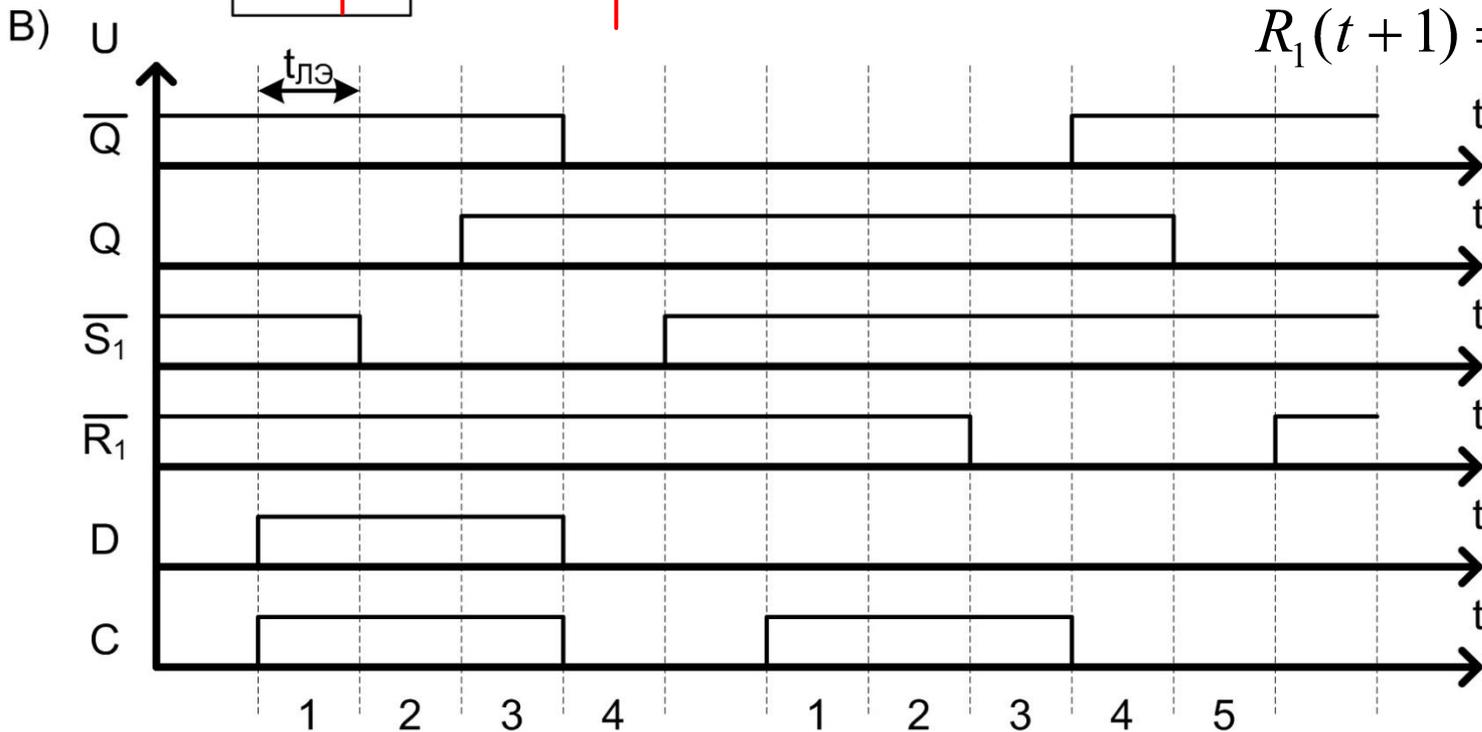
# D-триггер («защёлка»)



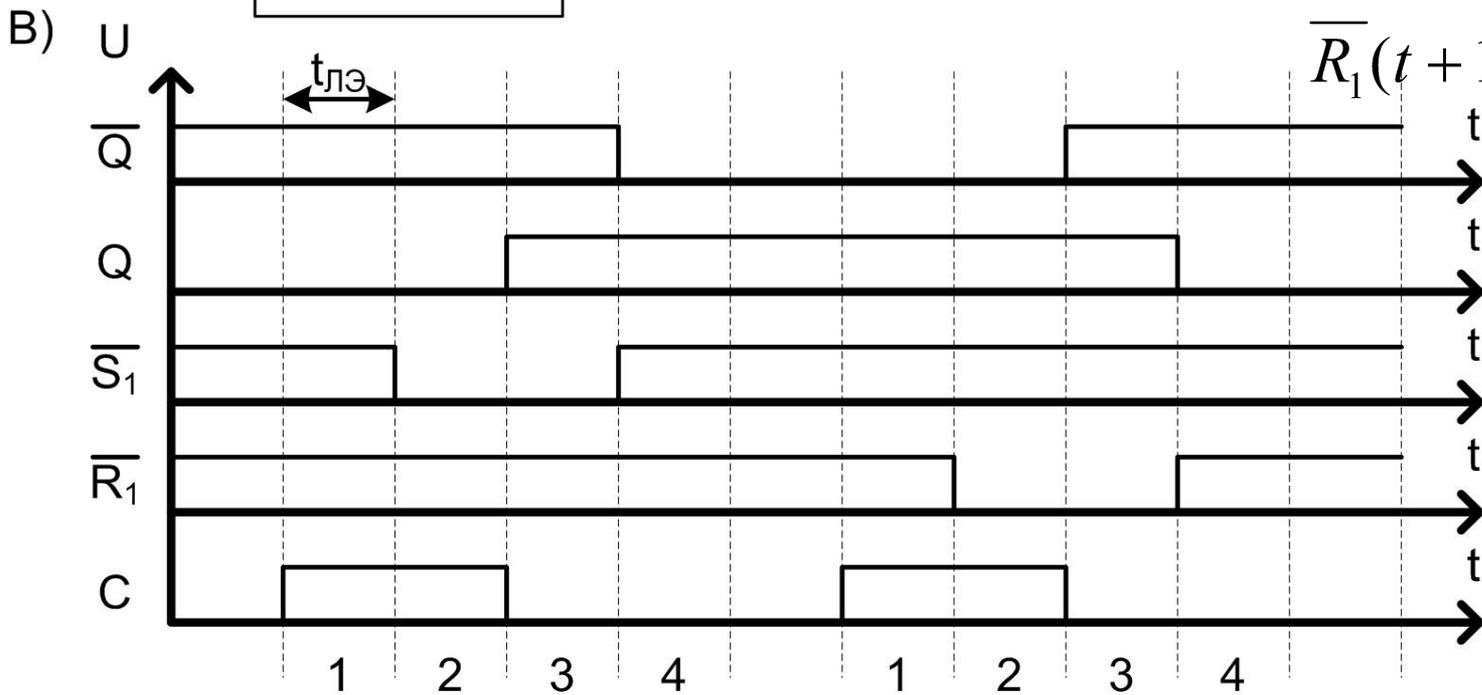
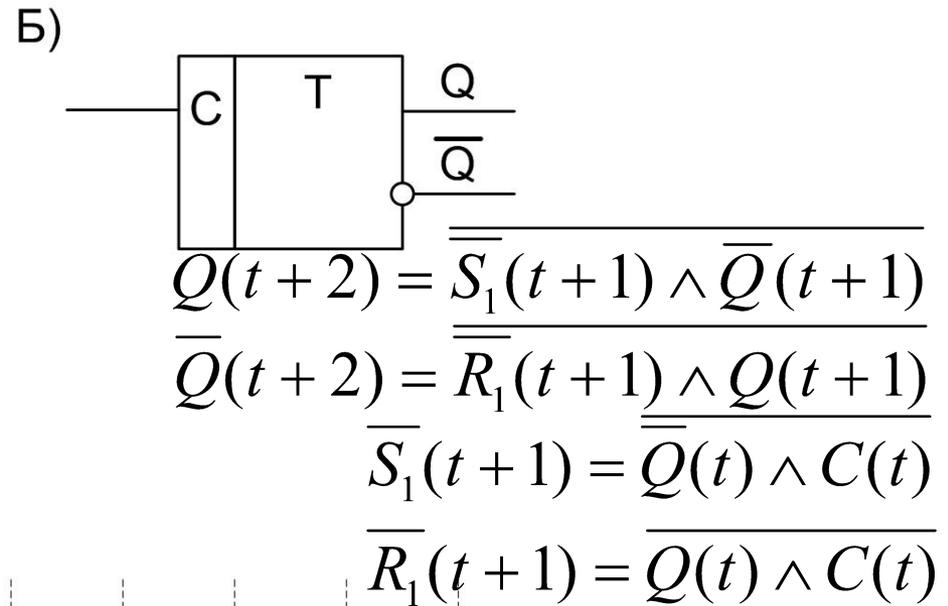
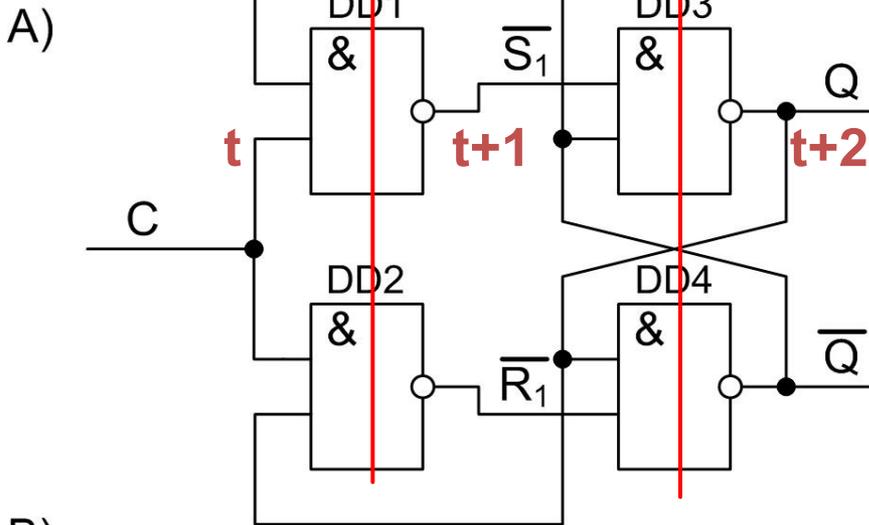
$$Q(t+2) = \overline{\overline{S_1(t+1)} \wedge \overline{Q(t+1)}}$$

$$\overline{Q}(t+2) = \overline{\overline{R_1(t+1)} \wedge \overline{Q}(t+1)}$$

$$\overline{R_1}(t+1) = \overline{\overline{S_1(t)} \wedge \overline{C}(t-1)}$$

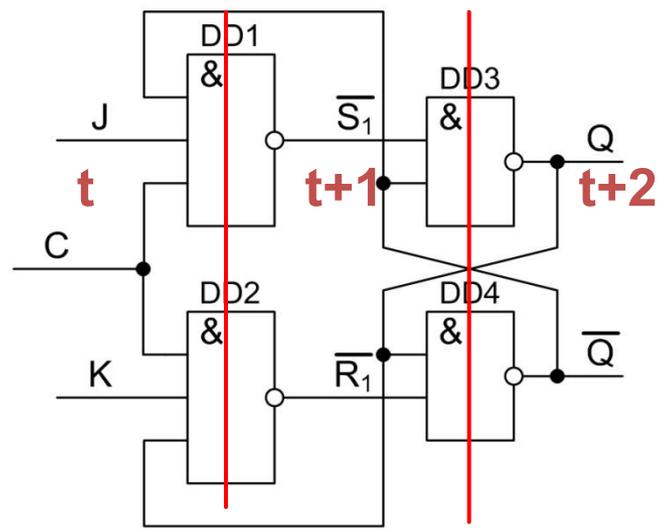


# T-триггер (счётный триггер)

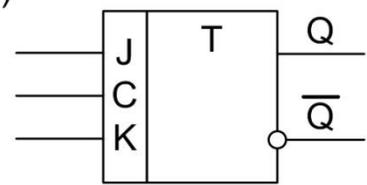


# JK-триггер (универсальный триггер)

А)



Б)



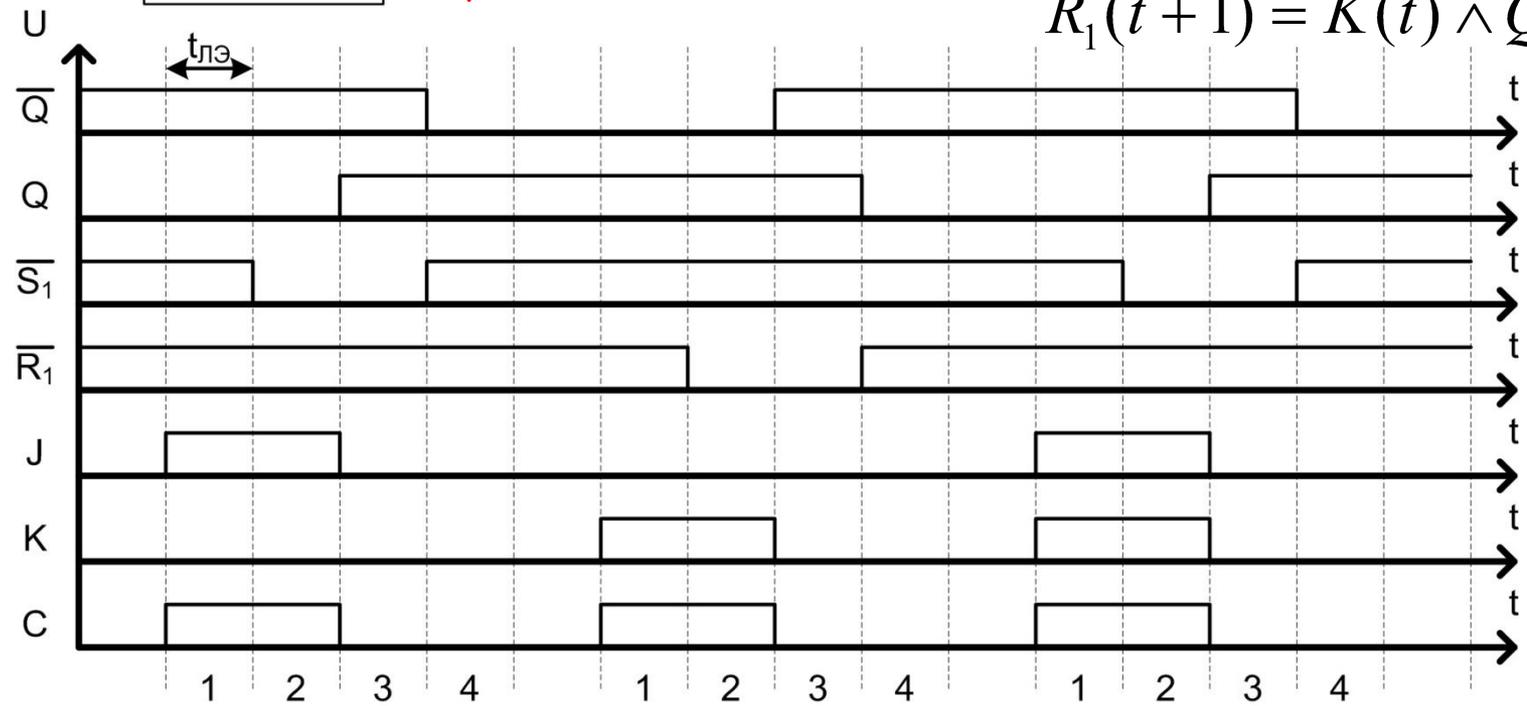
$$Q(t+2) = \overline{\overline{S_1(t+1) \wedge \overline{Q}(t+1)}}$$

$$\overline{Q}(t+2) = \overline{\overline{R_1(t+1) \wedge Q(t+1)}}$$

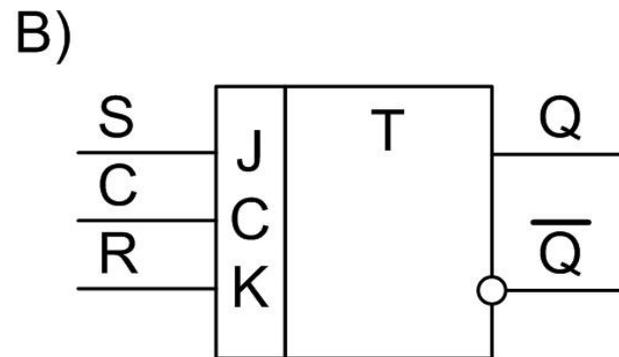
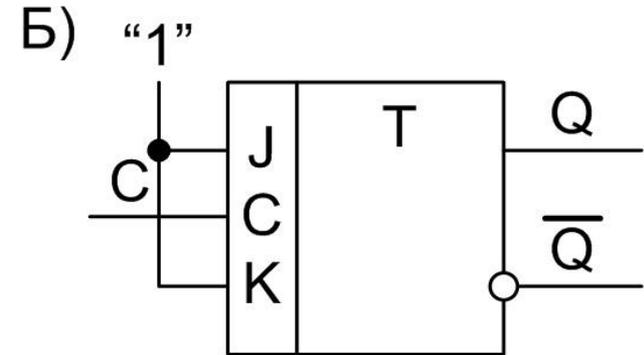
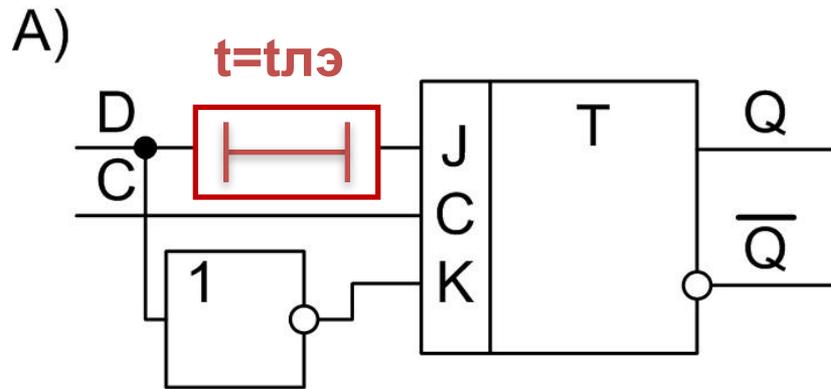
$$\overline{S_1(t+1)} = \overline{J(t) \wedge \overline{Q}(t) \wedge C(t)}$$

$$\overline{R_1(t+1)} = \overline{K(t) \wedge Q(t) \wedge C(t)}$$

В)



# Триггеры на основе JK-триггера



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Схемотехника ЭВМ

**Лекция №4.**  
**Триггерные устройства.**  
**Классификация, асинхронные и статические**  
**триггеры**

Мальчуков Андрей Николаевич

Томск – 2014