

# Языки описания схем

[mk.cs.msu.ru](http://mk.cs.msu.ru) → Лекционные курсы → Языки описания схем

## Блок 30

Как спроектировать  
операционный автомат

Лектор:

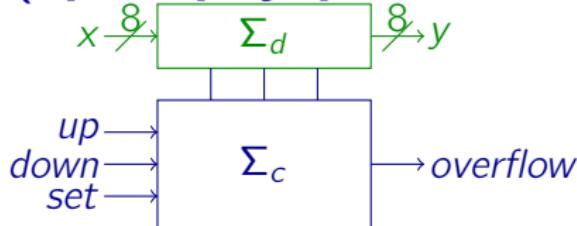
Подымов Владислав Васильевич

E-mail:

[valdus@yandex.ru](mailto:valdus@yandex.ru)

ВМК МГУ, 2024/2025, осенний семестр

## Напоминание (пример, управляемый счётчик)



$$y(1) = 0$$

$$\text{overflow}(1) = 0$$

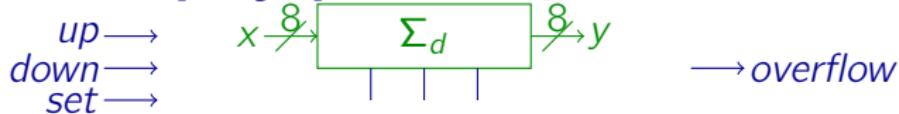
$$y(t+1) = \begin{cases} x(t), & \text{если } \text{set}(t) = 1; \\ y(t) + 1, & \text{если } \text{set}(t) = 0 \text{ и } \text{up}(t) = 1; \\ y(t) - 1, & \text{если } \text{set}(t) = \text{up}(t) = 0 \text{ и } \text{down}(t) = 1 \\ y(t) & \text{иначе} \end{cases}$$

$$\text{overflow}(t+1) = 1 \Leftrightarrow$$

при переходе от  $y(t)$  к  $y(t+1)$  происходит арифметическое переполнение

На этом примере обсудим типовой способ разработки операционного автомата ( $\Sigma_d$ )

# 1. Забываем про управляемый автомат



Забудем на время про

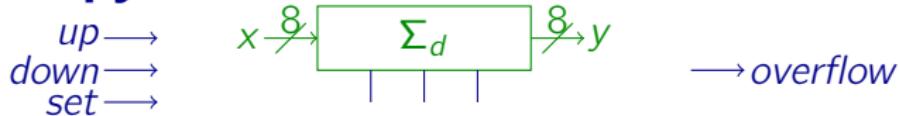
- ▶ управляемый автомат и
- ▶ точную зависимость значения  $y(t + 1)$  от значений  $up(t)$ ,  $down(t)$ ,  $set(t)$ ,  $overflow(t)$ , и

попробуем реализовать операционный автомат, отталкиваясь **только** от спектра выражений, задающих  $y(t + 1)$

Для этого зададимся таким вопросом:

Что в целом должна уметь делать схема с данными ( $x$  и, быть может, не только), чтобы всегда была возможность получить требуемые выходные данные ( $y$ )?

## 2. Проектируем память



Определимся с основными ячейками памяти операционного автомата

Данные  $y$  **неоднозначно** определяются значениями на входах — значит, их потребуется извлекать из регистров

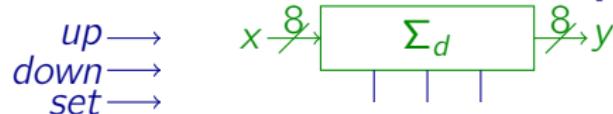
Пойдём по простому пути:

$y$  — **состояние параллельного регистра ( $R$ )**



$y(1) = 0$ , а значит,  $R$  — это регистром со сбросом

### 3. Определяем вспомогательные подсхемы



Для каждого способа преобразования данных  
подумаем, что потребуется добавить в схему для этого преобразования

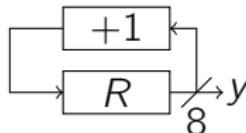
*Первый способ:*  $y(t + 1) = y(t)$

Достаточно направить выход  $R$  на вход:

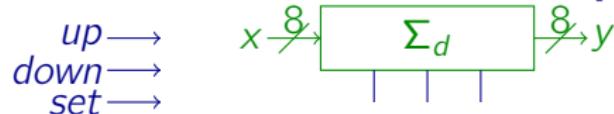


*Второй способ:*  $y(t + 1) = y(t) + 1$

Достаточно направить выход  $R$  на вход,  
поставив посередине подходящую комбинационную схему:

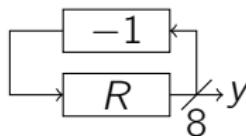


### 3. Определяем вспомогательные подсхемы



*Третий способ:*  $y(t+1) = y(t) - 1$

Здесь всё то же самое, только комбинационная схема другая:



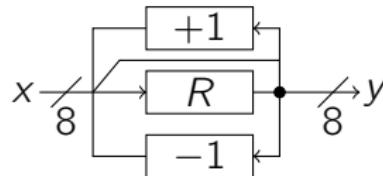
*Четвёртый способ:*  $y(t+1) = x(t)$

Достаточно направить x на вход R:



## 4. Совмещаем вспомогательные подсхемы

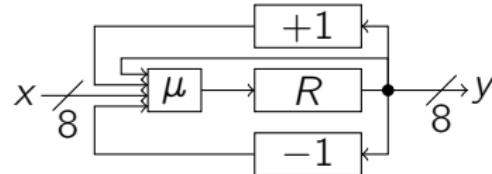
Совместим получившиеся схемы, «визуально наложив» их друг на друга



В схеме возникла **точка конфликта** пересылаемых данных, делающая схему некорректной: в одну точку (вход  $R$ ) по задумке должно пересылаться несколько различных данных ( $x, y, y + 1, y - 1$ )

Но эти данные должны пересылаться не одновременно: в каждый момент времени должно **выбираться** только одно из этих значений

Типовой способ разрешения конфликта: добавим **мультиплексор** ( $\mu$ ) в точку конфликта, и оставим выбор значений **управляющему** автомatu



# Итог

Так обычно и разрабатывается операционный автомат:

1. Управляющий автомат откладывается в сторону
2. Приблизительно расставляются регистры данных
3. Реализуются все подсхемы преобразования данных
4. В точках конфликта расставляются мультиплексоры с добавлением соответствующих управляющих сигналов

**Промежуточный итог** для управляемого счётчика:

