Языки описания схем

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

Блок 15

Как спроектировать операционный автомат

Комбинационный управляющий автомат

лектор:

Подымов Владислав Васильевич

e-mail:

valdus@yandex.ru

Осень 2017

Вступление

Проектирование операционного автомата имеет смысл только при соблюдении принципа разделения данных и управления

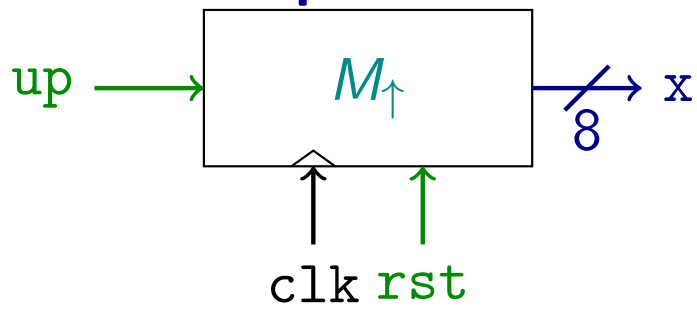
Какие сигналы/контакты/точки — данные, а какие управляют данными?

Откуда берутся данные, как и когда они изменяются и куда деваются?

Если не задумываться об оптимальности схемы, то структура операционного автомата очевидно определяется ответами на эти вопросы

Небольшое замечание: обычно единственная задача тактового сигнала — это синхронизация работы последовательных элементов схемы, поэтому он не будет особо упоминаться ни в данных, ни в управлении

Пример: увеличивающийся счётчик



После переднего фронта `rst` в `x` непрерывно выводится число 0

Выводимое число увеличивается на 1 по переднему фронту `clk`, если `up = 1`

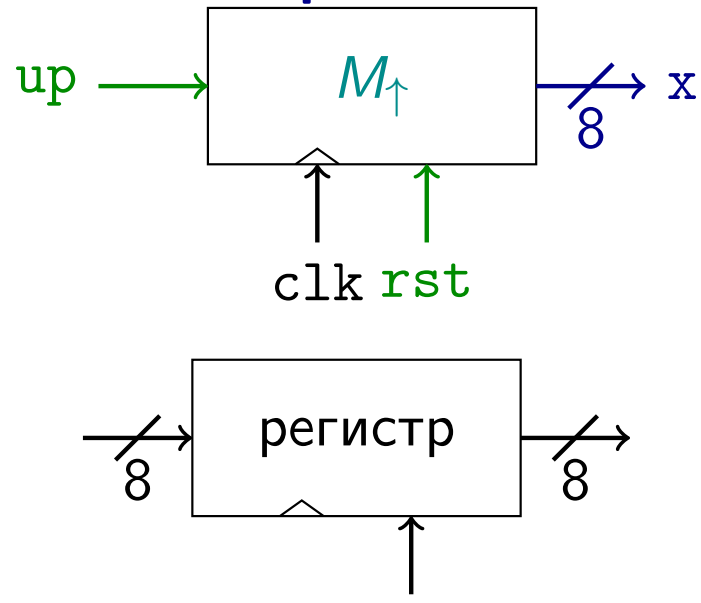
Какие здесь данные, и где управление?

“Полезная информация”, которую мы хотим получить от схемы — это число на выходе `x`

Значит, выход `x` относится к **данным**

Входы `up` и `rst` **управляют** тем, какое именно значение пересылается в `x`

Пример: увеличивающийся счётчик

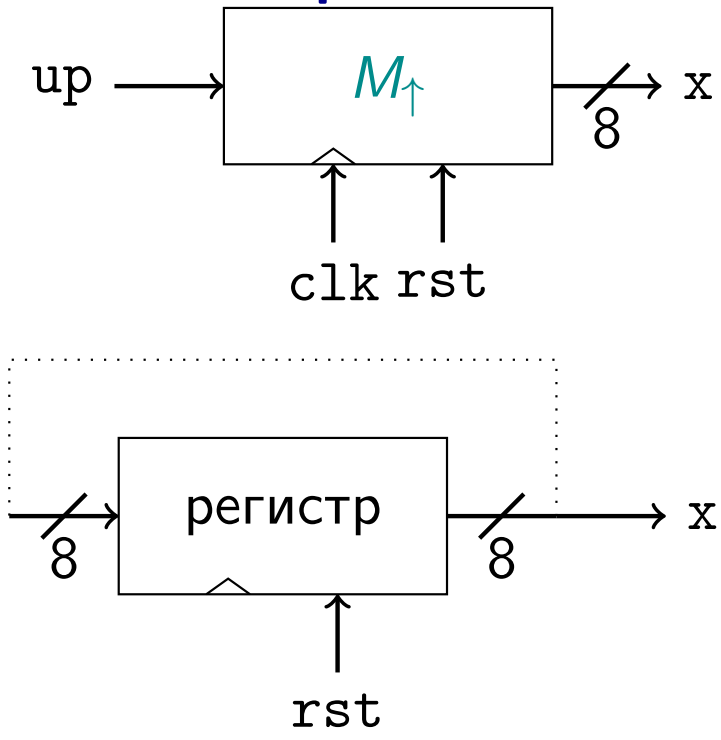


Откуда берутся данные?

Значение на выходе `x` изменяется по передним фронтам сигналов `clk` и `rst`, причём по фронту сигнала `rst` оно перезаписывается константным образом

Значит, разумно его хранить в **параллельном регистре с асинхронным сбросом**

Пример: увеличивающийся счётчик

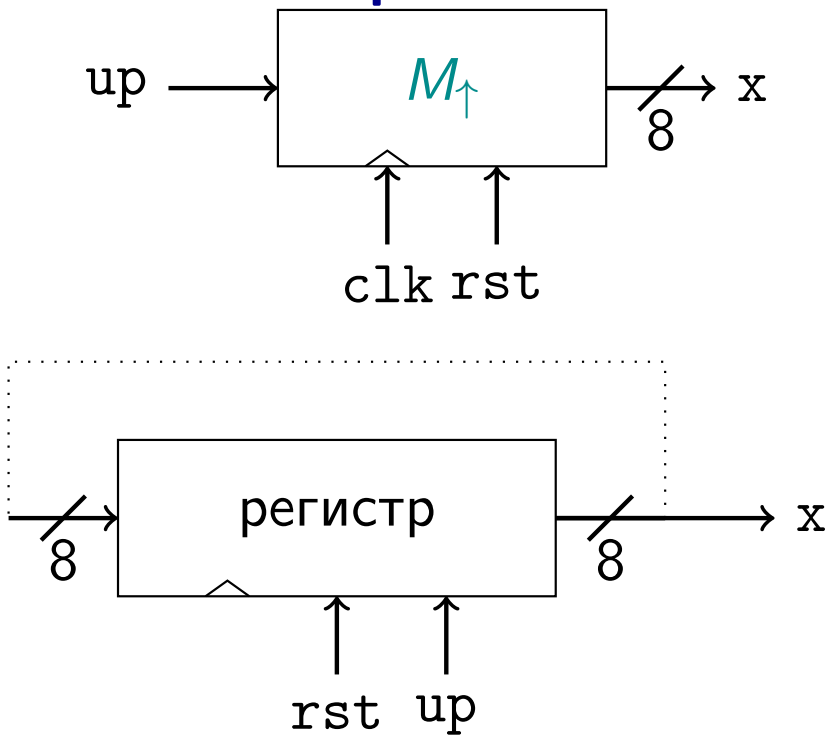


Куда деваются данные?

Значение, сохранённое в регистре,

- непрерывно передаётся на выход
- используется при изменении сохранённого значения

Пример: увеличивающийся счётчик



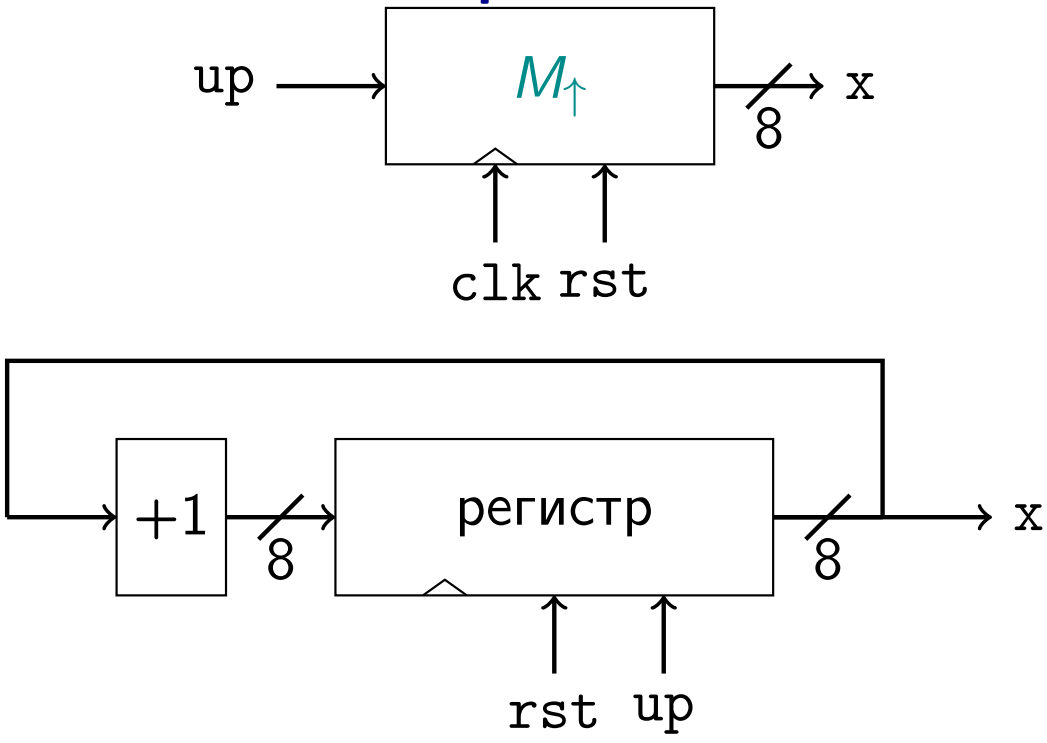
Когда изменяются данные?

Изменение данных по фронту сигнала `rst` учтено в схеме

Кроме того, данные изменяются по переднему фронту тактового сигнала, если `up = 1`, и не изменяются, если `up = 0`

Это типовое поведение регистра с синхронным включением загрузки

Пример: увеличивающийся счётчик

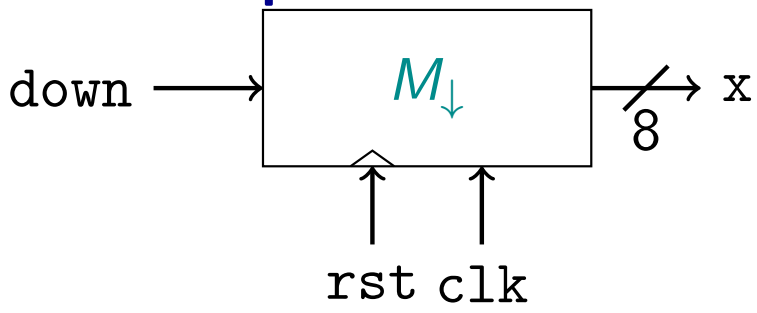


Как изменяются данные?

Если загрузка включена, то во время перезаписи данные увеличиваются на единицу

Значит, на вход регистра должно подаваться значение с выхода, к которому прибавлена единица

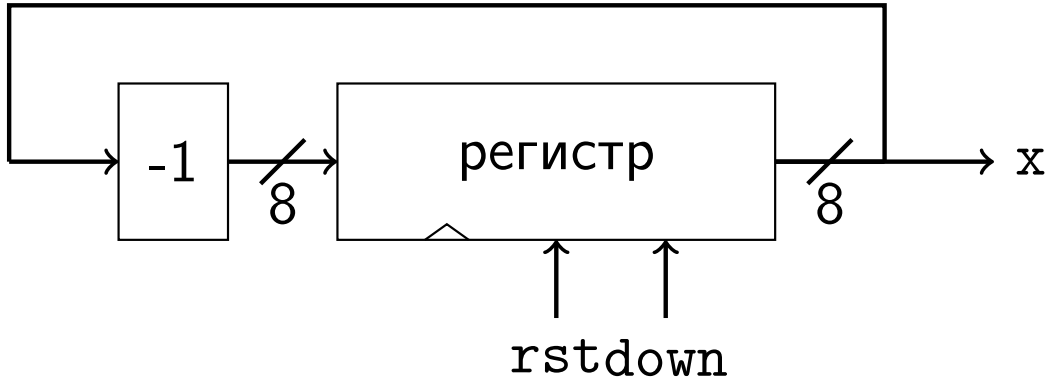
Пример: уменьшающийся счётчик



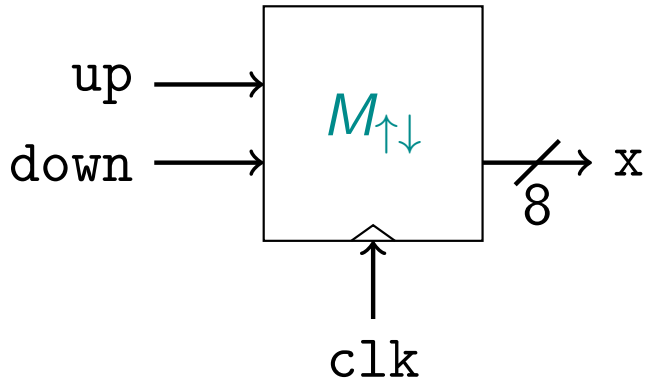
После переднего фронта `rst` в `x` непрерывно выводится число 0

Выводимое число уменьшается на 1 по переднему фронту `clk`, если `down = 1`

Аналогичными рассуждениями приходим к такому операционному автомату:



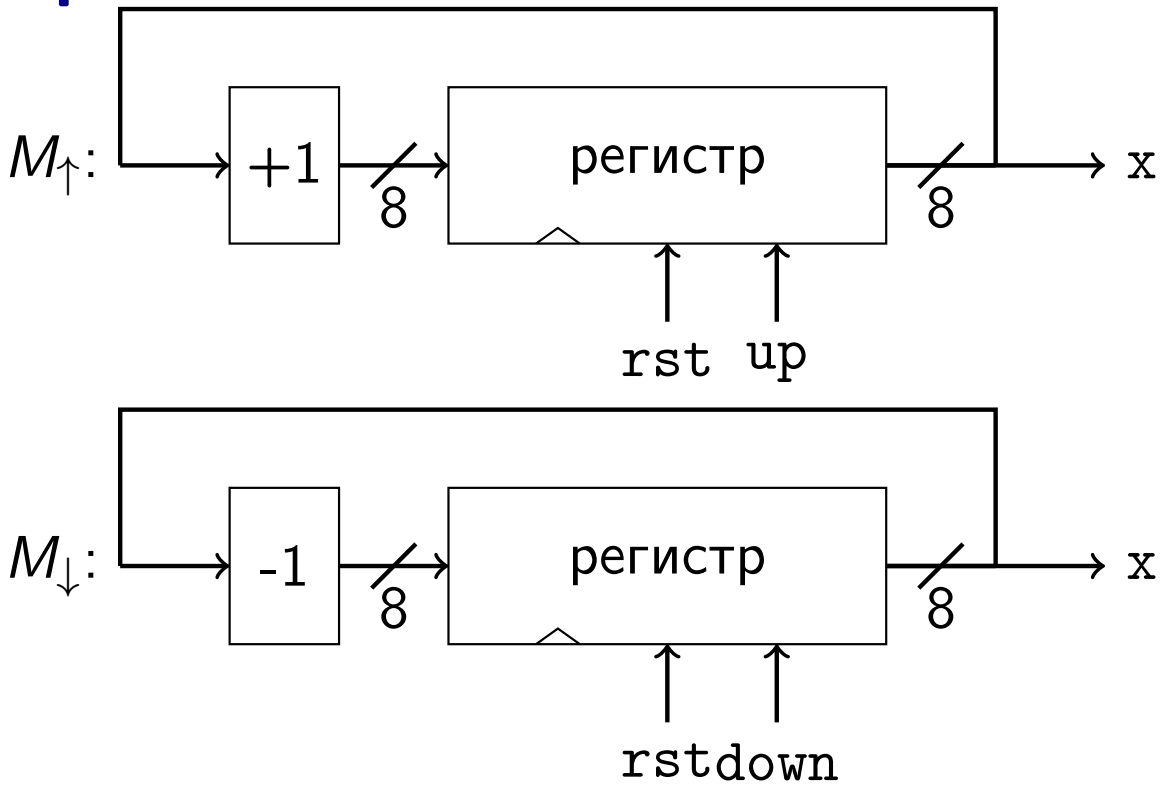
Пример переиспользования автоматов



В x непрерывно выводится последнее сохранённое число, изменяющееся по следующим правилам:

- всегда, когда up = down = 1, сохраняется и выводится 0
- если хотя бы одно из значений up, down — ноль, то по переднему фронту clk сохранённое число
  - увеличивается на 1, если up = 1
  - уменьшается на 1, если down = 1
  - не изменяется, если up = down = 0

Пример переиспользования автоматов

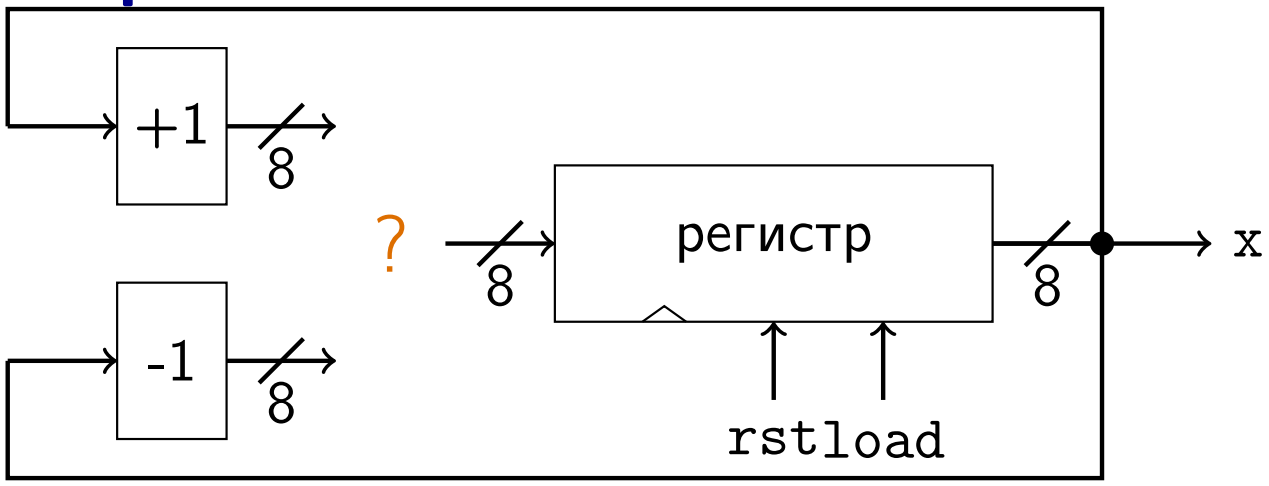


Данные модуля $M_{\uparrow\downarrow}$ очень похожи на данные модулей $M_{\uparrow}$ и $M_{\downarrow}$

Различия этих трёх модулей состоят только в том, как происходит **управление** изменением этих данных

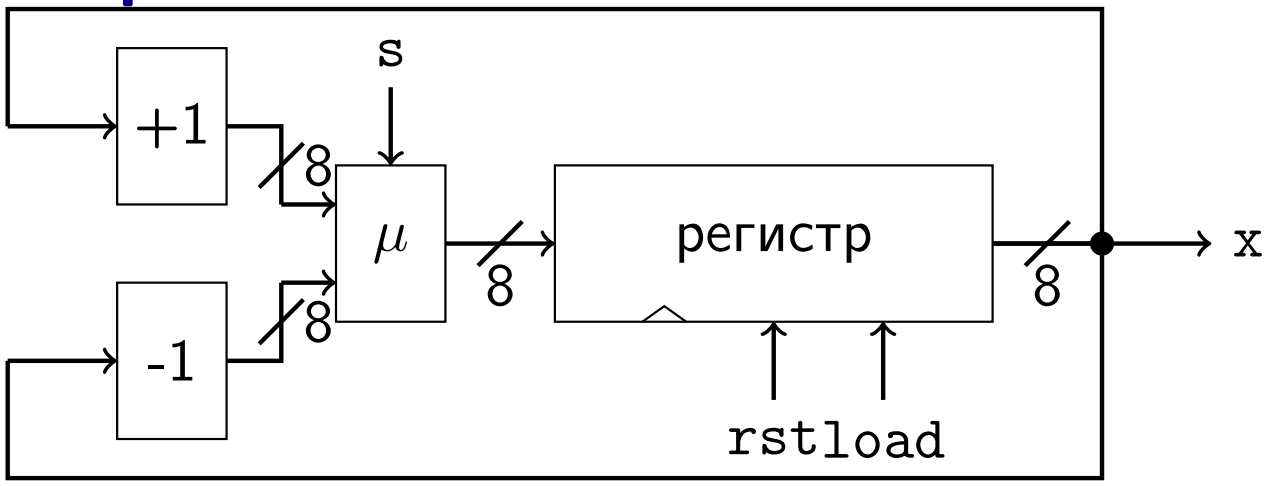
Можно попытаться построить операционный автомат $M_{\uparrow\downarrow}$, совместив правильным образом *почти одинаковые* операционные автоматы модулей $M_{\uparrow}$ и $M_{\downarrow}$

Пример переиспользования автоматов



При совмещении операционных автоматов “в лоб” некоторые части схемы могут породить точку конфликта: неоднозначность выбора операционного автомата, пересылающего значение в точку

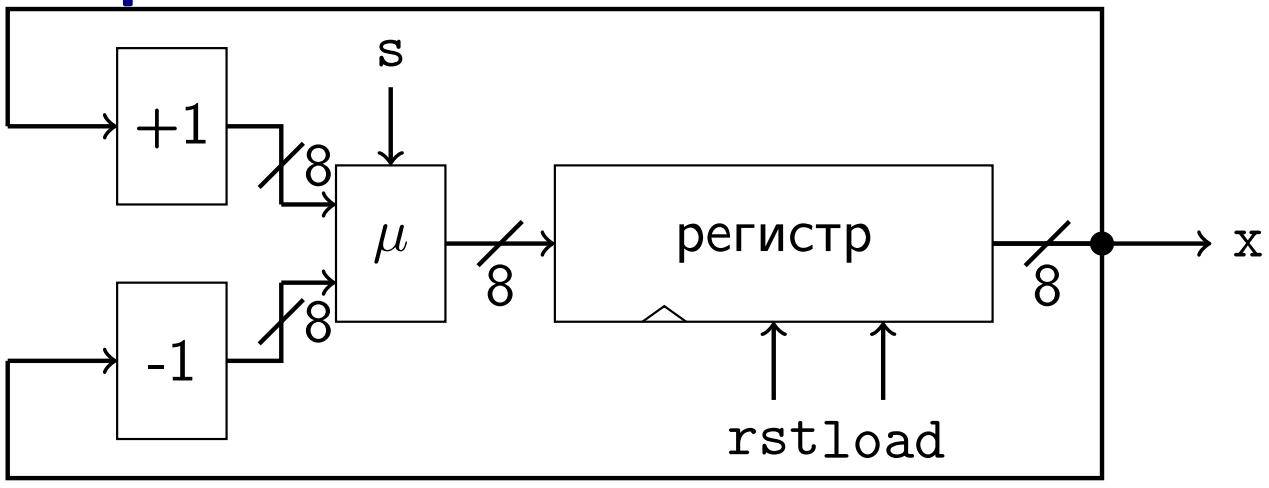
Пример переиспользования автоматов



При совмещении операционных автоматов “в лоб” некоторые части схемы могут породить точку конфликта: неоднозначность выбора операционного автомата, пересылающего значение в точку

Самый простой способ разрешения такого конфликта — поставить в соответствующую точку **мультиплексор** (μ) и предоставить управляющему автомату решать, какое именно значение (s) пересылается в точку конфликта

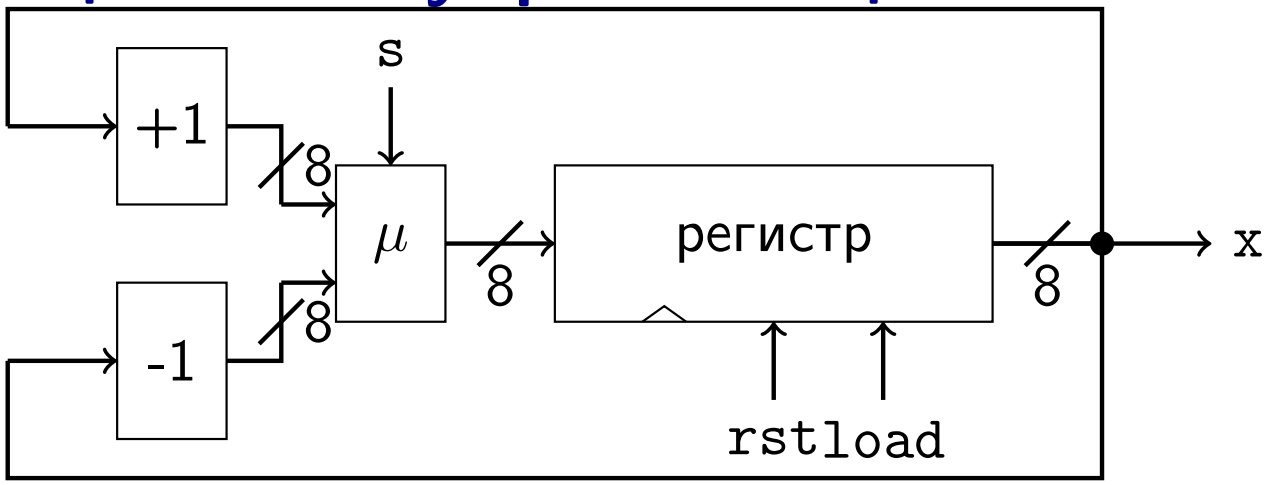
Пример переиспользования автоматов



А как быть с сигналами `rst` и `load`?

Эти сигналы, как и `s`, являются **управляющими**, а значит, в операционном автомате **не должны** присутствовать предоставляющие их подсхемы

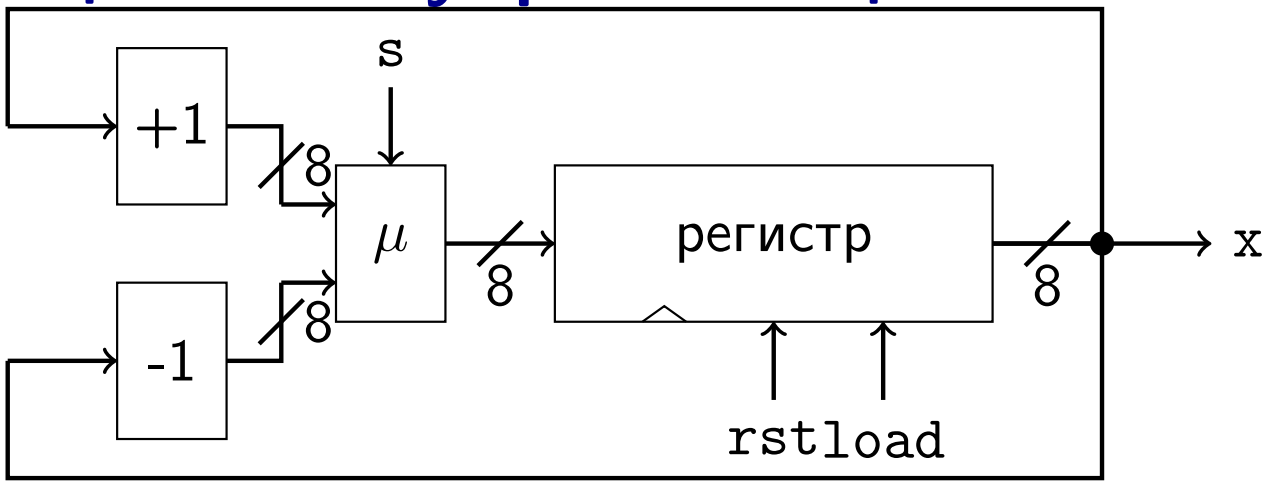
Комбинационный управляющий автомат



В общем случае управляющий автомат — довольно нетривиальная подсхема

Однако в некоторых случаях для выставления управляющих сигналов не требуется никаких *состояний* и *переходов*, и управляющий автомат вырождается в **комбинационную** схему

Комбинационный управляющий автомат



Например, для модуля $M_{\uparrow\downarrow}$ с предложенным операционным автоматом подходит такой управляющий автомат (*в терминах Verilog*):

```
assign s = down;
assign rst = up && down;
assign load = up ^ down;
```