

# Математические методы верификации схем и программ

mk.cs.msu.ru → Лекционные курсы  
→ Математические методы верификации схем и программ

## Семинар 01

Упражнения для Spin

Лектор:

Подымов Владислав Васильевич

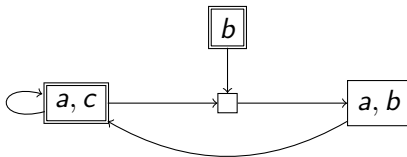
E-mail:

**valdus@yandex.ru**

ВМК МГУ, 2022/2023, осенний семестр

## Упражнение 1: структура Крипке

Выяснить, выполняется ли заданная формула на заданной модели Крипке



- ▶  $\mathbf{G}(a \rightarrow b \vee c)$
- ▶  $\mathbf{GF}a$
- ▶  $\mathbf{FG}a$
- ▶  $\mathbf{GF}\neg c \rightarrow \mathbf{F}(a \& b)$
- ▶  $\mathbf{GF}\neg c \rightarrow \mathbf{G}(\neg b \mathbf{U} a \& b)$

## Упражнение 2: программы

Три программы выполняются параллельно, и в каждой из них в бесконечном цикле выполняется команда

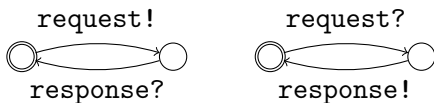
- ▶ В первой: `if(x < 10) x = x + 1;`
- ▶ Во второй: `if(x > 0) x = x - 1;`
- ▶ В третьей: `if(x == 10) x = 0;`

Начальное значение  $x$  — 0

Выяснить, обязательно ли всевозможные значения  $x$ , получаемые при выполнении программ, лежат в интервале (а)  $[0, 10]$  или (б)  $[-1, 11]$ , в заданном предположении об атомарности операций:

1. Ветвление состоит из двух атомарных действий: проверка условия; присваивание
2. Ветвление атомарно

## Упражнение 3: сообщения



Система состоит из клиента (левый автомат), сервера (правый автомат) и двух однонаправленных каналов связи между ними, `request` и `response`:

1. Синхронных
2. Асинхронных ёмкости 1

«`m!`»/«`m?`» означает, что сообщение (неважно какое) посылается в канал `m` / принимается из этого канала при выполнении перехода

Проверить, справедливы ли следующие свойства системы:

- ▶ После отсылки сообщения в `request` клиент рано или поздно получит сообщение из `response`
- ▶ Клиент и сервер не могут одновременно ожидать приёма сообщений

## Упражнение 4: особенности синхронизации

```
bool b1, b2;  
active proctype P() {  
    do  
        :: b1 = !b1; b2 = !b2;  
    od  
}
```

Дополнить код, приведённый выше, так, чтобы можно было проверить справедливость следующего свойства:

«В начале каждого витка цикла значения b1 и b2 равны»

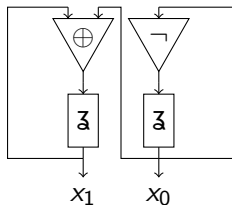
## Упражнение 4: особенности синхронизации

```
bool b1, b2;  
active proctype P1() {  
    do :: b1 = !b1; od  
}  
active proctype P2() {  
    do :: b2 = !b2; od  
}
```

Дополнить код, приведённый выше, так, чтобы для каждого из присваиваний было верно следующее: если оно ( $A$ ) выполнилось больше раз, чем другое ( $B$ ), то перед следующим выполнением  $A$  должно хотя бы раз выполниться  $B$

Проверить справедливость следующего свойства для дополненного кода:  
«Значения  $b1$  и  $b2$  равны  $\Leftrightarrow$  присваивания выполнились одинаковое число раз»

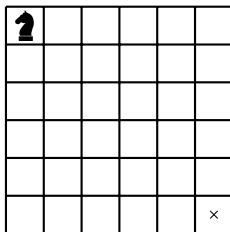
## Упражнение 5: схемы



Убедиться, что этой схемой реализуется двухбитовый счётчик:

$$(x_1x_0)_{t+1} = (x_1x_0)_t + 1 \pmod{4}$$

## Упражнение 6: несложная шахматная загадка



Рассмотрим шахматную доску 6x6 и коня, ходящего по правилам шахмат

Может ли конь, начав в левом верхнем углу, достичь правого нижнего?

Может ли конь достичь правого нижнего угла из **любой** клетки?