

# Ответы на вопросы с лекций

Евгений Букреев

## 02-simple

1. Что будет, если в нашу систему ввести тип Bool?

Перепишем правила (те, которые не выписаны, оставлены без изменений):

$$\begin{aligned}E_1 > E_2 : \llbracket E_1 \rrbracket = \llbracket E_2 \rrbracket = \text{int} \wedge \llbracket E_1 > E_2 \rrbracket = \text{bool} \\E_1 == E_2 : \llbracket E_1 \rrbracket = \llbracket E_2 \rrbracket \wedge \llbracket E_1 == E_2 \rrbracket = \text{bool} \\E_1 \text{ op } E_2 : \llbracket E_1 \rrbracket = \llbracket E_2 \rrbracket = \llbracket E_1 \text{ op } E_2 \rrbracket = \text{int} \\ \text{output } E : \llbracket E \rrbracket = \alpha \\ \text{if } (E)S : \llbracket E \rrbracket = \text{bool} \\ \text{if } (E)S_1 \text{ else } S_2 : \llbracket E \rrbracket = \text{bool} \\ \text{while } (E)S : \llbracket E \rrbracket = \text{bool}\end{aligned}$$

Полученный анализ не изменит точность, потому что он был и есть soundness. Но снизится полнота, потому что станут отвергаться некоторые выражения, которые имеют корректную семантику. Например,  $(x == y) + 1$ .

2. Что будет, если в нашу систему ввести тип Array?

Дополним правила типизации новыми конструкциями. Старые остались без изменений.

$$\begin{aligned}\{\} : \llbracket \{\} \rrbracket = \alpha[] \\ \{E_1, \dots, E_n\} : \llbracket E_1 \rrbracket = \dots = \llbracket E_n \rrbracket \wedge \llbracket \{E_1, \dots, E_n\} \rrbracket = \llbracket E_1 \rrbracket[] \\ E[E_1] : \llbracket E \rrbracket = \alpha[] \wedge \llbracket E_1 \rrbracket = \text{int} \wedge \llbracket E[E_1] \rrbracket = \alpha \\ E[E_1] = E_2 : \llbracket E \rrbracket = \alpha[] \wedge \llbracket E_1 \rrbracket = \text{int} \wedge \llbracket E_2 \rrbracket = \alpha\end{aligned}$$

Протипизируем программу со слайда:

```
main() {
  var x,y,z,t;
  x = {2,4,8,16,32,64}; // [|x|] = [|{2,4,8,16,32,64}|]
  y = x[x[3]];          // [|y|] = [|x[x[3]]|]
  z = {\},x;            // [|z|] = [|{\},x|]
  t = z[1];             // [|t|] = [|z[1]|]
  t[2] = y;             // [|t|] = alpha[] and [|y|] = alpha
}
```

Решим уравнения:

$$\begin{aligned}\llbracket x \rrbracket &= \text{int}[] \\ \llbracket y \rrbracket &= \text{int} \\ \llbracket z \rrbracket &= \text{int}[] \\ \llbracket t \rrbracket &= \text{int}[]\end{aligned}$$

3. Подумайте, что происходит в получившейся реализации, если в программе есть рекурсивный тип?

Тогда программа все равно типизируется, т.к. используется регулярная унификация на основе Union-Find и регулярные рекурсивные термы разрешены.

## 03-lattices

1.