

# Доказательство теорем в системе Isabelle / HOL. Интенсивный курс.

- Данный курс подготовлен на основе курса формальных методов за авторством Тобиаса Нипкова (Tobias Nipkow), профессора Мюнхенского Технологического Университета.
- Note: this material is based on the original course developed by Prof. Tobias Nipkow from TUM University. For more details see <http://isabelle.in.tum.de/coursematerial/PSV2009-1/>



# Примечание\*

Переведено и озвучено:

- Якимов И.А.
  - [ivan.yakimov.research@yandex.ru](mailto:ivan.yakimov.research@yandex.ru)
- Кузнецов А.С.
  - [askuznetsov@sfu-kras.ru](mailto:askuznetsov@sfu-kras.ru)

Слайды, отмеченные звездочкой\*, добавлены переводчиками, так же добавлены некоторые примечания.

На момент перевода и чтения курса в СФУ оригинальный курс открыт и доступен публично

<http://isabelle.in.tum.de/coursematerial/PSV2009-1/>

# Эвристики для индукции

# Базовые эвристики

Теоремы о рекурсивных функциях  
доказываются по индукции

Индукция проводится для аргумента  $i$   
функции  $f$ , если она определена рекурсивно  
для аргумента  $i$

# Обращение хвостовой рекурсии

***primrec** itrev :: 'a list  $\Rightarrow$  'a list  $\Rightarrow$  'a list*

# Обращение хвостовой рекурсии

***primrec*** *itrev* :: 'a list  $\Rightarrow$  'a list  $\Rightarrow$  'a list ***where***

*itrev* []        *ys* = *ys* |

*itrev* (x#xs) *ys* = *itrev* xs (x#*ys*)

# Обращение хвостовой рекурсии

***primrec***  $itrev :: 'a\ list \Rightarrow 'a\ list \Rightarrow 'a\ list$  ***where***

$itrev [] \quad ys = ys \mid$

$itrev (x\#xs) \ ys = \ itrev \ xs \ (x\#ys)$

***lemma***  $itrev \ xs \ [] = rev \ xs$

# Обращение хвостовой рекурсии

***primrec***  $itrev :: 'a\ list \Rightarrow 'a\ list \Rightarrow 'a\ list\ where$

$itrev []\ \ \ \ \ ys = ys \mid$

$itrev (x\#xs)\ ys = itrev\ xs\ (x\#ys)$

***lemma***  $itrev\ xs\ [] = rev\ xs$

- Почему такое направление?
- Потому что «голова» намного сложнее «тела»



# Демонстрация

- Доказываем корректность обращения хвостовой рекурсии
- Загрузить в Isabelle файл теории из ЭОК или по ссылке:
  - Ссылка - <http://isabelle.in.tum.de/coursematerial/PSV2009-1/session3-2/Demo.thy>

**Обобщение (*generalization*)**

# Обобщение

- Заменяем константы переменными
- Обобщаем свободные переменные:
  - в формулах на  $\forall$
  - на *arbitrary* в индуктивных доказательствах

# Для дальнейшего изучения

- Isabelle/HOL Tutorial, pp.35-37