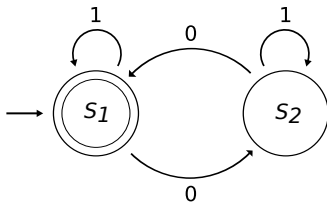


Предмет фундаментальной информатики

А. М. Пеленицын, Неделя академической мобильности
apel@sfedu.ru

Южный федеральный университет
Институт математики, механики и компьютерных наук им. И. И. Воровича
Кафедра информатики и вычислительного эксперимента



$$\frac{\Gamma \vdash t: S \quad S \leq: T}{\Gamma \vdash t: T}$$



Разминка: математика и прикладная математика

Прикладная математика

$$x_{1,2} = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ab}}{2a}$$

$$\frac{\partial u}{\partial t} - a^2 \Delta u = f(\mathbf{r}, t)$$

$$u(x, t) = \frac{1}{(2a\sqrt{\pi t})^n} \int_{\mathbf{R}^n} \exp\left(-\frac{|x-y|^2}{4a^2 t}\right) \varphi(y) dy.$$

Математика

Смысл и свойства

$$\sqrt{\quad}, \quad \frac{\partial^*}{\partial^*}, \quad \int, \dots$$

Галилео Галилей

Математика – это язык...

Разделы математики

Алгебра, Геометрия и топология, Анализ, Теория чисел.

Прикладная математика

Мат. физика, фин. мат., мат. методы защиты информации, ...



Давайте уже про информатику!

Информатика наука об алгоритмах?

Разделы (**прикладной**) информатики (алгоритмы для конкретных задач)

Архитектура вычислительных систем, Операционные системы, Базы данных, Искусственный интеллект, Компьютерная графика.

Фундаментальная информатика или «Из чего состоит алгоритм?»

- | | |
|--------------------------|------------------------------|
| • Вычислимость | «Когда алгоритма нет?», |
| • Модель вычислений | «„Кто“ исполняет алгоритм?», |
| • Сложность вычислений | «Сколько ждать завершения?», |
| • Языки программирования | «Способы записи алгоритмов», |
| • Формальные методы | «Корректность алгоритмов». |



Наблюдения

Наблюдение 1: лингвистическое

Математика — *фундаментальная* информатика.
Прикладная математика — информатика,

Наблюдение 2: уплотнительное

Вычислимость, модели вычислений и сложность → *теория вычислений*
 (алгоритмов).

Формальные методы → языки программирования.

Итого: фундаментальная информатика =

- теория вычислений,
- языки программирования.

Наблюдение 3: пропажа «алгоритмов и структур данных»

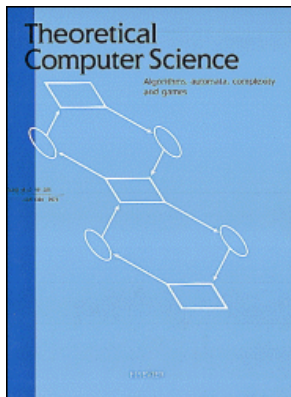
The ASD is out there...



Доказательства?



Журнал Theoretical Computer Science

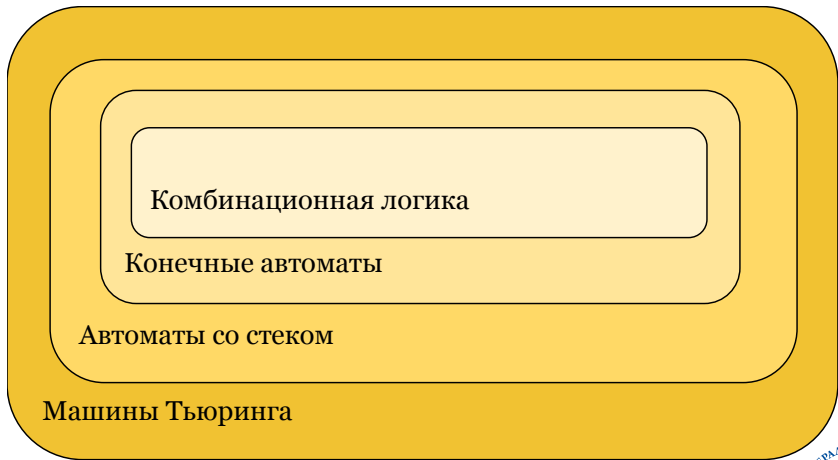


“Papers... are grouped in 3 sections”

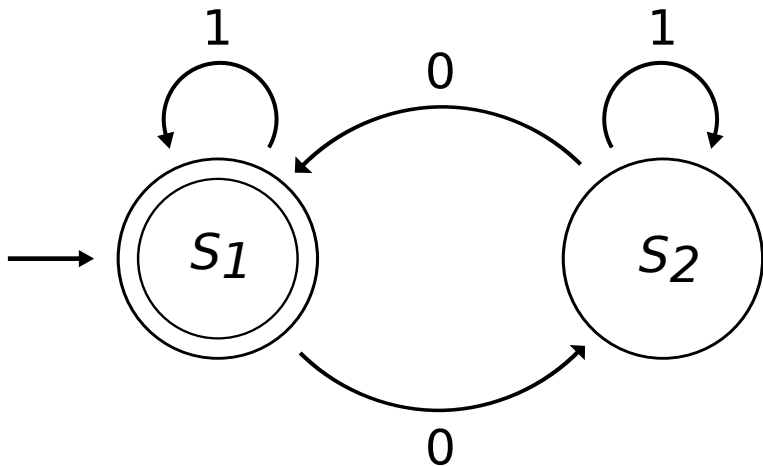
- 1 ‘Algorithms, automata, complexity and games’...
- 2 ‘Logic, semantics and theory of programming’, is devoted to formal methods to check properties of programs or implement formally described languages; it contains all papers dealing with semantics of sequential and parallel **programming languages**.
- 3 ‘Natural Computing’:... evolutionary computing, molecular computing, and quantum computing.



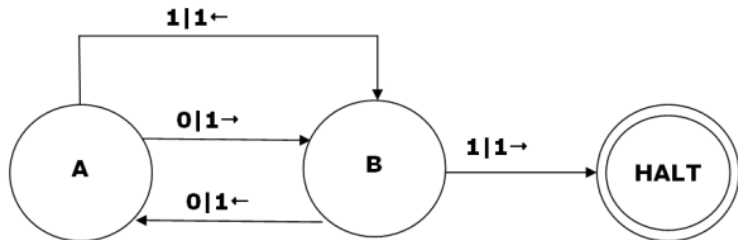
Иерархия классических абстрактных ВМ



Мой первый сканер



Усердный бобёр (Busy Beaver)



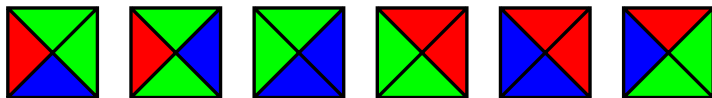
Бобринные рекорды

n	$\Sigma(n)$	$S(n)$
1	1	1
2	4	6
3	6	13
4	13	107

Бобринные связи

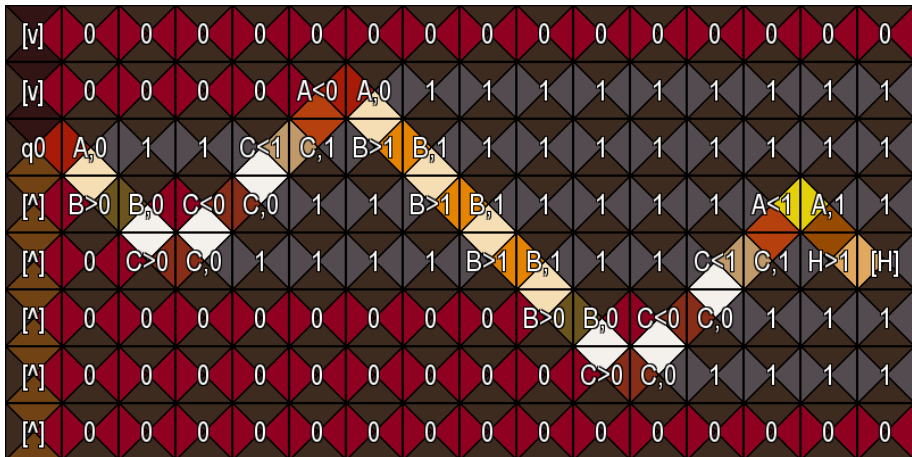
- $\Sigma(n)$ и $S(n)$ невычислимы.
- Теорема Гёделя о неполноте (недоказуемость $\Sigma(10 \uparrow\uparrow 10) = n$).
- Колмогоровская сложность.
- $\Sigma(2k) > 3 \uparrow^{k-2} 3 > A(k-2, k-2)$.

Плитки Вана (Wang's tile)



Неразрешимость и связь с ДНК-вычислениями.

3-BB на плитках Вана



Использовалось 26 видов плиток

Искусственные языки – как естественные

Составляющие

- Синтаксис,
- семантика,
- прагматика.

Синтаксис – это просто

```

t = x
| fun x → t
| t t
| n
| t + t | t - t | t * t | t / t
| ifz t then t else t
| fix x t

```

Семантика ЯП

- Статическая – типы.
- Динамическая:
 - операционная,
 - денотационная,
 - аксиоматическая.



Простой язык с типами

Синтаксис

 $A = \text{nat}$
 $| A \rightarrow A$
 $t = x$
 $| \text{fun } x:A \rightarrow t$
 $| t t$
 $| n$
 $| t + t \mid t - t \mid t * t \mid t / t$
 $| \text{ifz } t \text{ then } t \text{ else } t$
 $| \text{fix } x:A t$

Правила типизации

$$\frac{e \vdash u:A \quad e \vdash t:A \rightarrow B}{e \vdash t u:B},$$

$$\frac{(e, x:A) \vdash t:B}{e \vdash \text{fun } x:A \rightarrow t:A \rightarrow B},$$

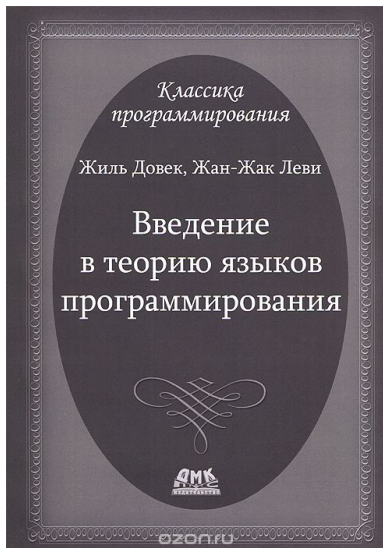
$$\frac{}{e \vdash n:\text{nat}}, \quad \frac{e \vdash u:\text{nat} \quad e \vdash t:\text{nat}}{e \vdash t \otimes u:\text{nat}},$$

$$\frac{e \vdash t:\text{nat} \quad e \vdash u:A \quad e \vdash v:A}{e \vdash \text{ifz } t \text{ then } u \text{ else } v:A},$$

$$\frac{(e, x:A) \vdash t:A}{e \vdash \text{fix } x:A t:A}.$$



Всё, что я не успел сказать про ЯП



Перевод:
В. Н. Брагилевский, А. М. Пеленицын

На Ozon

