

А В18я75
К89

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное агентство по образованию
Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова

Е.В. Кузьмин

Введение в теорию вычислительных процессов и структур

Учебное пособие

Рекомендовано

*Научно-методическим советом университета
для студентов специальности Математическое обеспечение
и администрирование информационных систем*

Чит. зал

Ярославль 2006

271589

2/3

А

УДК 519.71
ББК В18я73
К89

*Рекомендовано
Редакционно-издательским советом университета
в качестве учебного пособия. План 2006 года*

Рецензенты:

кандидат технических наук, доцент кафедры информатики
и информационных технологий ЯФ МЭСИ В. К. Маевский;
кафедра прикладной математики и вычислительной техники ЯГТУ

Кузьмин, Е. В. Введение в теорию вычислительных процессов
и структур: учебное пособие / Е. В. Кузьмин; Яросл. гос. ун-т. —
Ярославль: ЯрГУ, 2006. — 140 с. — ISBN 5-8397-0437-7

В пособии в рамках теории вычислительных процессов и структур рассматриваются два направления теоретической информатики (теоретического программирования): теория схем программ и теория семантики и верификации программ. В первом разделе излагаются основы теории (стандартных) схем программ, математических моделей, отражающих взаимодействие информационных и логических структур программы. Даются основные понятия теории, описываются её главные проблемы и результаты, ставшие классическими. Во введении в теорию семантики и верификации программ основное внимание уделяется формальному доказательству корректности программ, написанных на языках высокого уровня.

Пособие предназначено для студентов старших курсов, обучающихся по специальности 010503 Математическое обеспечение и администрирование информационных систем (дисциплина «Теория вычислительных процессов и структур», блок ДС), очной формы обучения. Может также быть использовано магистрантами и аспирантами, специализирующимися в области информатики и прикладной математики.

Рис. 13. Библиогр.: 11 назв.

БИБЛИОТЕКА
Ярославского университета
ОСНОВНОЙ ФОНД

УДК 519.71
ББК В18я73

ISBN 5-8397-0437-7

© Ярославский государственный
университет, 2006

© Е. В. Кузьмин, 2006

ОГЛАВЛЕНИЕ

Глава 1. Введение в теорию схем программ	5
1.1. Вычислимые функции и машины Тьюринга	6
1.2. Пример машины Тьюринга	9
1.3. Разрешимые и неразрешимые проблемы	12
1.3.1. Массовые алгоритмические проблемы	12
1.3.2. Проблема остановки	14
1.3.3. Проблема пустой ленты и метод сведения	15
1.3.4. Проблема заикливания	17
1.4. Стандартные схемы программ	18
1.4.1. Схемы программ	18
1.4.2. Класс стандартных схем	24
1.4.3. Эквивалентность и главные свойства стандартных схем	33
1.5. Неразрешимые свойства стандартных схем	42
1.5.1. Двухголовочные автоматы	43
1.5.2. Двоичный двухголовочный автомат	46
1.5.3. Моделирование двоичного автомата стандартной схемой	49
1.5.4. Теоремы о неразрешимых свойствах стандартных схем	53
1.6. Логико-термальная эквивалентность	56
1.6.1. Определение	56
1.6.2. Информационные маршруты, зацепленность и влияние	60
1.6.3. Система эквивалентных преобразований $\Sigma_{ЛТ}$	62

Глава 2. Введение в теорию семантики и верификации программ	66
2.1. Использование утверждений для документирования программ	67
2.1.1. Спецификации программ	67
2.1.2. Представление начальных и конечных значений переменных	70
2.1.3. Наброски доказательств	73
2.2. Семантика простого языка программирования	75
2.2.1. Преобразователь предикатов <i>wr</i>	75
2.2.2. Команды <i>skip</i> , <i>abort</i> и композиция команд	81
2.2.3. Команда присаивания	83
2.2.4. Команда выбора	88
2.2.5. Команда повторения	92
2.3. Построение программ	102
2.3.1. Стратегия построения команд выбора	102
2.3.2. Построение циклов, исходя из инвариантов и ограничений	105
2.3.3. Построение инвариантов	109
Литература	127

Глава 1

ВВЕДЕНИЕ В ТЕОРИЮ СХЕМ ПРОГРАММ

В теории схем программ (схематологии) основное внимание концентрируется на изучении структурных свойств и преобразований программ, а именно тех, которые отличают программы от других способов задания алгоритмов. Главным объектом исследования становится схема программы — математическая модель программы, в которой с той или иной степенью детализации отражено строение программы, взаимодействие составляющих её компонентов.

В этом разделе теоретического программирования мы рассмотрим основной понятийный аппарат схематологии, постановку главных проблем и некоторые результаты, ставшие классическими в этой научной дисциплине.

Изложение строится на базе одного из наиболее изученных классов схем — класса стандартных схем. Даются главные понятия, конструкции и проблемы схематологии. Описываются «отрицательные» результаты о невозможности получения алгоритмического решения главных проблем для стандартных схем и их подклассов. Затем уделяется внимание разрешимым случаям проблемы эквивалентности стандартных схем. Разрешимость достигается за счёт рассмотрения эквивалентности более сильной, чем функциональная, а именно логико-термальной эквивалентности.

Прежде чем приступить к рассмотрению непосредственно схем программ, обратимся к теории алгоритмов. Мы коснемся теории машин Тьюринга, преследуя две цели. Во-первых, машины Тьюринга — один из примеров альтернативного способа задания алгоритмов, кардинально отличающегося от (компьютерных) программ в привычном понимании. А во-вторых, все приведённые «отрицательные» результаты для схем программ получаются