

УДК 004.43(075.8)
ББК 32.973.26-018.1я73
И 97

Рецензент

доктор технических наук, профессор Пищухин А.М.

И 97 **Ишакова Е.Н.**
Теория языков программирования и методов трансляции:
учебное пособие / Е.Н. Ишакова. – Оренбург: ГОУ ОГУ, 2007. –
137 с.

ISBN

В пособии рассмотрены основы классической теории формальных языков, грамматик и автоматов; принципы и методы разработки трансляторов, а также формальные методы описания перевода. Теоретический материал дополнен примерами и задачами с решениями, вопросами и тестами для проверки усвоения материала.

Учебное пособие предназначено для студентов, обучающихся по программам высшего профессионального образования по специальности 230105.65 «Программное обеспечение вычислительной техники и автоматизированных систем», при изучении дисциплины «Теория языков программирования и методов трансляции».

И 2404010000

ББК 32.973.26-018.1я73

ISBN

© Ишакова Е.Н., 2007

© ГОУ ОГУ, 2007

Содержание

Введение	5
1 Формальные языки и грамматики	6
1.1 Операции над цепочками символов	6
1.2 Формальные грамматики	7
1.2.1 Определение формальной грамматики и языка	7
1.2.2 Классификация языков и грамматик по Хомскому	8
1.3 Формы Бэкуса - Наура	10
1.4 Диаграммы Вирта	11
1.5 Механизмы распознавания языков	12
1.5.1 Схема работы распознавателя	12
1.5.2 Классификация распознавателей	14
Вопросы и задания для самоконтроля по разделу 1	14
Тесты проверки усвоения материала по разделу 1	15
2 Регулярные грамматики и языки	19
2.1 Регулярные выражения	19
2.2 Конечные автоматы	21
2.2.1 Определение конечного автомата	21
2.2.2 Распознавание строк конечным автоматом	22
2.2.3 Преобразование конечных автоматов	22
2.3 Взаимосвязь способов определения грамматик	27
Вопросы и задания для самоконтроля по 2 разделу	29
Тесты проверки усвоения материала по 2 разделу	29
3 Контекстно-зависимые языки и грамматики	35
3.1 Задача разбора цепочек	35
3.1.2 Дерево разбора	35
3.1.3 Однозначность грамматик	36
3.2 Преобразование КС-грамматик	38
3.2.1 Проверка существования языка грамматики	38
3.2.2 Удаление бесполезных символов грамматики	39
3.2.3 Устранение ϵ -правил грамматики	41
3.2.4 Устранение цепных правил	42
3.2.5 Устранение левой факторизации правил	43
3.2.6 Устранение прямой левой рекурсии	44
3.3 Автомат с магазинной памятью	44
3.3.1 Общая схема функционирования МП-автомата	45
3.3.2 Взаимосвязь МП-автоматов и КС-грамматик	46
3.4 Нисходящие распознаватели КС-языков	49
3.4.1 Рекурсивный спуск	49
3.4.2 Распознаватели LL(k)-грамматик	51
3.5 Восходящие распознаватели языков	56
3.5.1 Распознаватели LR(k)-грамматик	56
3.5.2 Грамматики простого предшествования	59

3.6 Соотношение классов КС-грамматик и КС-языков.....	65
Вопросы и задания для самоконтроля по 3 разделу	66
Тесты контроля усвоения материала по 3 разделу	67
4 Принципы построения трансляторов	73
4.1 Определение и виды трансляторов.....	73
4.2 Общая схема работы транслятора	73
4.3 Лексический анализ	75
4.4 Синтаксический анализ	80
4.5 Семантический анализ	81
4.6 Формы внутреннего представления программы.....	82
4.6.1 Тетрады и триады	83
4.6.2 Синтаксические деревья	84
4.6.3 Польская инверсная запись	85
4.6.4 Ассемблерный код и машинные команды.....	89
4.7 Генерация кода	89
4.8 Оптимизация кода	91
4.8.1 Сущность оптимизации кода	91
4.8.2 Методы оптимизации кода.....	92
4.8.3 Оптимизация линейных участков программ.....	93
4.8.4 Оптимизация логических выражений	97
4.8.5 Оптимизация циклов.....	97
Вопросы и задания для самоконтроля по 4 разделу	99
Тесты контроля усвоения материала по 4 разделу	100
5 Формальные методы описания перевода.....	104
5.1 Синтаксически управляемый перевод	104
5.1.1 Схемы компиляции	104
5.1.2 СУ-схемы	106
5.1.3 МП-преобразователи.....	107
5.1.4 Практическое применение СУ-схем.....	109
5.2 Транслирующие грамматики	111
5.3 Атрибутные транслирующие грамматики.....	112
5.3.1 Синтезируемые и наследуемые атрибуты	112
5.3.2 Определение и свойства АТ-грамматики	114
Вопросы и задачи для самоконтроля по 5 разделу	117
Тесты проверки усвоения материала по 5 разделу	122
6 Итоговые тесты проверки усвоения материала.....	131
Список использованных источников	136

Введение

Предлагаемый материал посвящен основам классической теории формальных языков, грамматик и компиляторов – одной из важнейших составных частей инженерного образования по информатике и вычислительной технике.

Теория формальных языков, грамматик и автоматов составляет фундамент синтаксических методов. Основы этой теории были заложены Н. Хомским в 40–50-е годы XX столетия в связи с его лингвистическими работами, посвященными изучению естественных языков. Но уже в следующем десятилетии синтаксические методы нашли широкое практическое применение в области разработки и реализации языков программирования.

В настоящее время искусственные языки, использующие для описания предметной области текстовое представление, широко применяются не только в программировании, но и в других областях. С их помощью описывается структура всевозможных документов, трехмерных виртуальных миров, графических интерфейсов пользователя и многих других объектов, используемых в моделях и в реальном мире. Для того чтобы эти текстовые описания были корректно составлены, а затем правильно распознаны и интерпретированы, применяются специальные методы их анализа и преобразования. В основе данных методов лежит теория формальных языков, грамматик и автоматов.

Теория формальных языков, грамматик и автоматов дала новый стимул развитию математической лингвистики и методам искусственного интеллекта, связанных с естественными и искусственными языками. Кроме того, ее элементы успешно применяются, например, при описании структур данных, файлов, изображений, представленных не в текстовом, а двоичном формате. Эти методы полезны при разработке своих трансляторов даже там, где уже имеются соответствующие аналоги.

Несмотря на то, что к настоящему времени разработаны тысячи различных языков и их компиляторов, процесс создания новых приложений в этой области не прекращается. Это связано как с развитием технологии производства вычислительных систем, так и с необходимостью решения все более сложных прикладных задач. Такая разработка может быть обусловлена различными причинами, в частности, функциональными ограничениями, отсутствием локализации, низкой эффективностью существующих компиляторов. Поэтому основы теории языков и формальных грамматик, а также практические методы разработки компиляторов лежат в фундаменте инженерного образования по информатике и вычислительной технике.

В пособии отражены все разделы обязательного минимума содержания основной образовательной программы по дисциплине: основы теории формальных языков и грамматик; распознаватели и преобразователи (конечные автоматы и преобразователи, автоматы и преобразователи с магазинной памятью); связь между грамматиками и автоматами; формальные методы описания перевода (СУ-схемы, Т-грамматики, атрибутные Т-грамматики); алгоритмы синтаксического анализа для $LL(k)$ -грамматик, $LR(k)$ -грамматик, грамматик предшествования; включение семантики в алгоритмы синтаксического анализа.