

# «Языки программирования и методы трансляции» — конструктивный курс в традициях школы Никлауса Вирта

С. З. Свердлов,

Вологодский государственный педагогический университет,

c3c@mail.ru

«Языки программирования и методы трансляции» — один из ключевых учебных курсов в программе базовой подготовки студентов, специализирующихся по программированию.

Отечественная традиция построения такого курса, кроме обзора средств языков программирования, включает весьма глубокое рассмотрение теоретических основ трансляции, при том, что практическим аспектам разработки компиляторов уделяется меньше внимания. Акцент на теорию приводит к тому, что студенты, прослушавшие курс, оказываются в состоянии пересказать основные теоретические положения, но зачастую не получают ясного и предметного представления о конструкции трансляторов. Такой подход нашел отражение и в учебной литературе.

При изучении наук примеры полезнее правил — утверждал И. Ньютон. Это тезис, если речь идет о науках прикладных, в частности о программировании и о разработке компиляторов, необычайно актуален.

Попытка применения конструктивного, основанного на конкретных примерах подхода была предпринята при создании курса «Языки программирования и методы трансляции» и соответствующего практикума



на факультете прикладной математики и компьютерных технологий Вологодского педагогического университета. Практика показала, что прошедшие курс студенты хорошо понимают методы построения компиляторов, в состоянии самостоятельно реализовать несложный транслятор. Предметность и конструктивный подход способствуют формированию высокого уровня мотивации, многие студенты берутся за задачи повышенной сложности и не без успеха решают их.

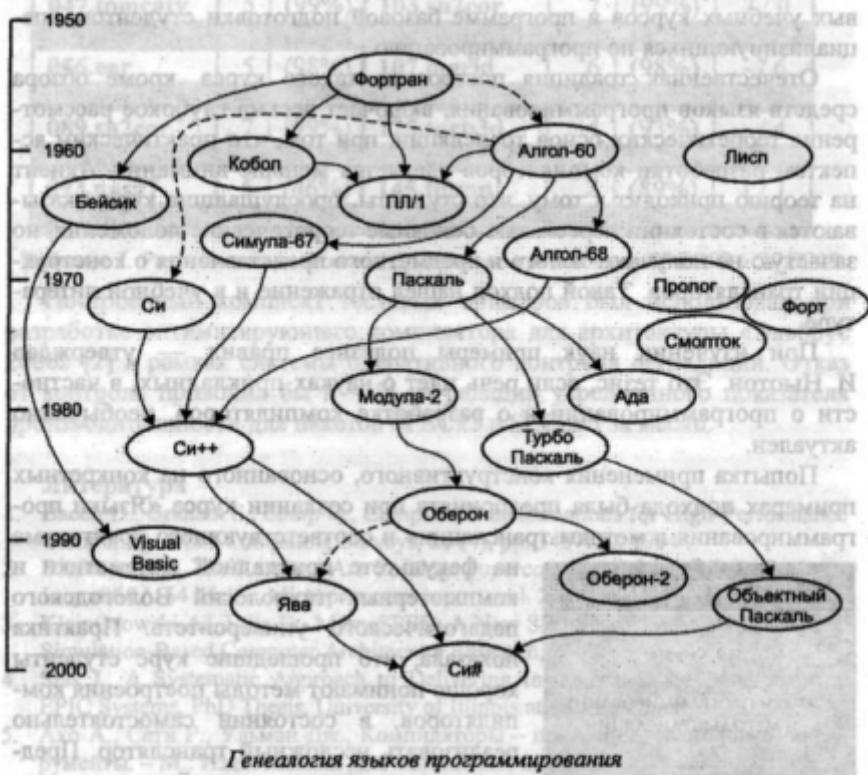
В издательстве «Питер» подготовлена к печати книга «Языки программирования и

методы трансляции» — учебное пособие для студентов, обучающихся по специальности прикладная математика и информатика, основанное на материалах курса.

Книга состоит из трех глав, соответствующих основным разделам курса, и приложений.

## Языки и эволюция технологий программирования

Первая глава посвящена рассмотрению эволюции языков программирования, которая обсуждается во взаимосвязи с прогрессом программных технологий.



Отделенные разделы посвящены языкам Фортран, Алгол-60, Кобол, ПЛ/1, Алгол-68, Бейсик, Паскаль, Си, Ада, Модула-2, Си++, Оберон, Ява, Си#. Даются краткие сведения о языках-концепциях: АПЛ, Форт, Лисп, Пролог, Смолток. Рассматриваются языки и технологии Интернета: HTML, аплеты, JavaScript, CGI, Перл, PHP, ASP, JSP-скрипты, сервлеты.

При обсуждении каждого языка говорится об обстоятельствах его появления, перечисляются и обсуждаются основные черты языка, даются несколько конкретных примеров программ. В роли сквозных сюжетов используются «Hello, World» и сортировка простыми вставками. Первый позволяет показать простейшую законченную программу, второй — многие конструкции языка: подпрограммы (процедуры, функции, методы), ветвления, циклы, массивы. Рассматриваются и приемы, специфичные для конкретного языка: прием Йенсена для Алгола, указатели вместо массивов в Си, использование шаблонов для Си++, открытые массивы в Модуле и Обероне.

Прослежена судьба языков программирования в нашей стране. Впервые в книге на русском языке подробно обсуждается язык Оберон.

В этой же главе на систематической основе и, разумеется, предметно и конструктивно обсуждаются структурное и объектно-ориентированное программирование. Даётся доказательство теоремы структурирования (преобразование Ашкрофта-Манны), говорится о методе пошаговой детализации при разработке программ. Можно даже увидеть универсальный алгоритм решения любой задачи (больше в шутку, но и всерьез):

*Нарисуй прямоугольник и обозначь выполняемое им действие;  
while есть прямоугольник, действие которого*

*не является простым*

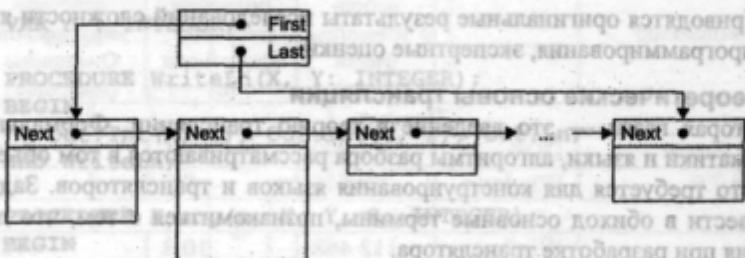
*do begin*

*Выбери подходящую типовую управляющую структуру,  
подставь ее вместо прямоугольника и  
обозначь условия и действия ее блоков*

*end;*

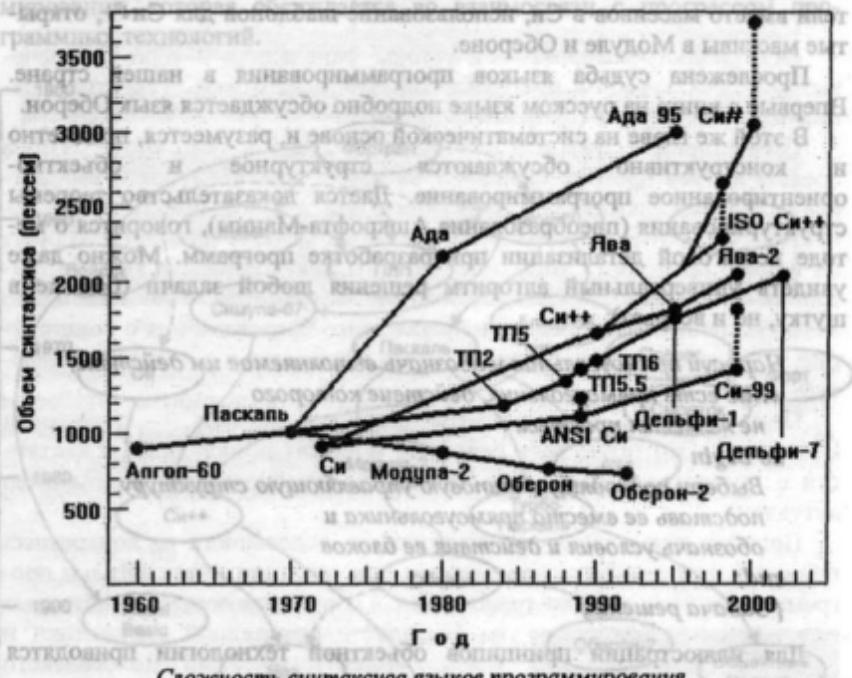
*{Задача решена}*

Для иллюстрации принципов объектной технологии приводятся примеры из практики программирования.



Гетерогенная очередь

Техника ООП демонстрируются на примере заполнения и обслуживания гетерогенной очереди, реализованном на Обероне и Оберон-2, Яве, Си#. При этом читатель получает представление об инкапсуляции, наследовании и полиморфизме, видит использование охраны типа и процедурных полей (Оберон), связанных процедур (Оберон-2), конструкторов, абстрактных классов и методов, интерфейсов (Ява), упаковки и распаковки (Си#).



Приводятся оригинальные результаты исследований сложности языков программирования, экспертные оценки.

### Теоретические основы трансляции

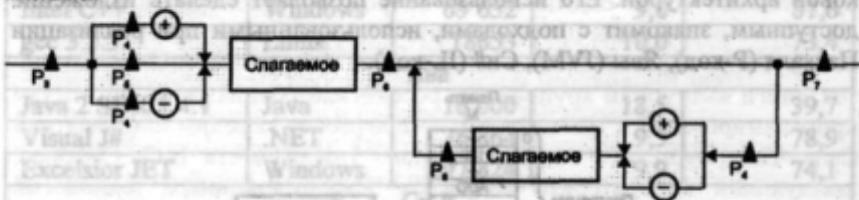
Вторая глава — это введение в теорию трансляции. Формальные грамматики и языки, алгоритмы разбора рассматриваются в том объеме, как это требуется для конструирования языков и трансляторов. Задача — ввести в обиход основные термины, познакомиться с тем, что дает теория при разработке транслятора.

«Сложных и простых книг по автоматам и грамматикам опубликовано очень много, но здесь, по крайней мере, собраны все основные све-

дения, причём кратко и на понятном русском языке. Думаю, что многие аспиранты, сдающие кандидатский минимум, будут благодарны автору», — пишет в своей рецензии на книгу профессор А.Н. Терехов.

Изложение сопровождается большим числом примеров. Обсуждаемые методы трансляции иллюстрируются фрагментами программ. Рассматриваются простые языки арифметических выражений и многочленов. Для повышения наглядности широко используются синтаксические диаграммы.

#### Многочлен



Синтаксическая диаграмма многочлена с семантическими процедурами

В конце второй главы приведены варианты индивидуальных заданий, позволяющие закрепить теоретический материал.

#### Трансляция языков программирования

Третья глава посвящена трансляции языков программирования. Изложение строится на основе рассмотрения транслятора для простого языка — минимального подмножества Оберона. Этот язык назван «О» (вспомним операцию «Ы»). На примере компилятора «О» обсуждаются все этапы трансляции от лексического анализа до генерации кода. Вот пример программы на языке «О» (головоломка «Ханойские башни»):

```
MODULE Towers;
IMPORT In, Out;
VAR n : INTEGER;
PROCEDURE WriteLn(X, Y: INTEGER);
BEGIN
  Out.Int(X, 1); Out.Int(Y, 2); Out.Ln;
END WriteLn;
PROCEDURE Hanoi(n, X, Y, Z: INTEGER);
BEGIN
  IF n > 0 THEN
    Hanoi(n-1, X, Z, Y);
    WriteLn(X, Y);
  END;
END Hanoi;
```

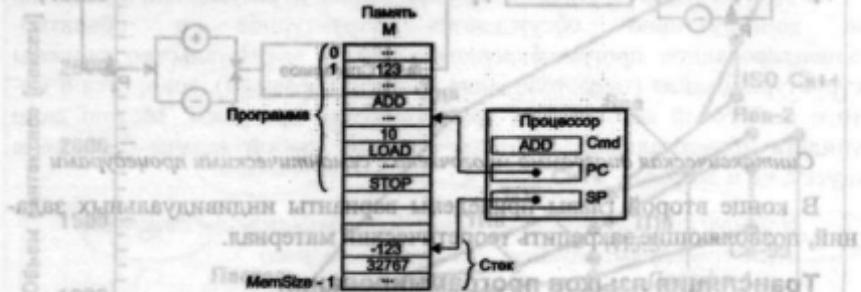
```

        Hanou(n-1, Z, Y, X);
    END;
END Hanou;

BEGIN
    In.Open;
    In.Int(n);
    Hanou(n, 1, 2, 3);
    In.Close;
END Towers.

```

В качестве целевой машины выбран виртуальный компьютер со стековой архитектурой. Его использование позволяет сделать изложение доступным, знакомит с подходами, использованными при реализации Паскаля (Р-код), Явы (JVM), Си# (IL-код).



#### Виртуальная О-машина

В приложениях приводится полный текст компилятора «О», записанный на Паскале, Обероне, Си, Яве и Си#. Приводятся данные, полученные при сравнении этих версий транслятора и компиляторов, использованных при получении его машинного кода (см. таблицу).

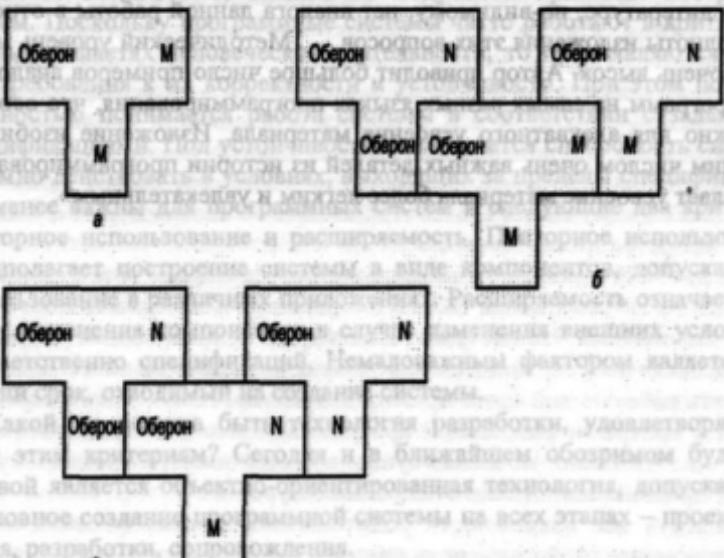
#### Характеристики машинного кода транслятора «О»

Компилятор	Целевая платформа	Размер исполняемого файла (байт)	Время исполнения тестовой программы (с)	Быстро-действие виртуальной О-машины (млн. оп/с)
Паскаль				
Turbo Pascal	DOS	14 000	21,5	34,1
Delphi 7.0	Windows	27 648	8,7	84,4
Оберон				
XDS	Windows	112 468	10,3	71,2
JOB	Java	20 451	14,4	51,0

Данные очень много, но здесь, по крайней мере, оберонные переменные не используются.

Компилятор	Целевая платформа	Размер исполняемого файла (байт)	Время исполнения тестовой программы (с)	Быстродействие виртуальной О-машины (млн. оп/с)
<b>Си</b>				
Borland C++ 3.1	DOS	50 791	18,9	38,8
Borland C++ 5.5.1	Windows	77 312	9,0	81,6
Microsoft C/C++	Windows	57 344	14,2	51,7
Microsoft C/C++	.NET	110 592	7,7	95,3
Intel C++	Windows	69 632	9,0	81,6
gcc 3.2.3	Linux	18653	10,0	73,4
<b>Ява</b>				
Java 2 SDK 1.4.1	Java	16 000	18,5	39,7
Visual J#	.NET	36 864	9,3	78,9
Excelsior JET	Windows	397 824	9,9	74,1
<b>Си #</b>				
Visual C#	.NET	28 672	12,6	58,3

Кроме транслятора языка высокого уровня обсуждается разработка и реализация простого двухходного ассемблера для виртуальной О-машины.



#### Пример раскрутки

Раздел «Автоматизация построения и мобильность трансляторов» содержит сведения о системах построения трансляторов, самокомпиляторах и кросскомпиляторах, раскрутке, принципе модульного построения транслятора.

### Язык программирования Оберон-2

Языку Оберон (и Оберон-2) уделяется в курсе и в книге немалое внимание. Он подробно обсуждается в обзоре языков программирования, его использование при рассмотрении ООП позволяет сделать изложение этой сложной темы простым и доступным. Учебный язык «О» представляет собой подмножество Оберона. В приложении к книге с любезного разрешения проф. Н. Вирта и проф. Х. Мессенбека публикуется русский перевод спецификации языка Оберон-2. В роли рецензентов книги выступили крупнейшие российские специалисты по языкам программирования и трансляторам — профессор кафедры информатики Санкт-Петербургского государственного университета В.О. Сафонов, заведующий лабораторией открытых информационных технологий ВМК МГУ профессор В.А. Сухомлин, заведующий кафедрой системного программирования СПбГУ профессор А.Н. Терехов. Вот что пишет в своей рецензии В.О. Сафонов: «Книга охватывает практически все языки и методы компиляции, начиная с 1950-х гг. и с появления языка Фортран, и включает описание таких новейших языков, как Java и C#. В нашей литературе, по-видимому, нет аналога данной работы в отношении полноты изложения этих вопросов. ... Методический уровень материала очень высок. Автор приводит большое число примеров аналогичных программ на самых разных языках программирования, что особенно важно для адекватного усвоения материала. Изложение изобилует большим числом очень важных деталей из истории программирования, что делает усвоение материала более легким и увлекательным».

Характеристики машинного кода транслятора «О»

Компиллятор	Целевая платформа	Размер используемого исходного файла (байт)		Время до завершения тестовой программы (сек)		Быстродействие транслятора О-машинки (Барнсауд)	
		Паскаль	И	И	И	И	И
Turbo Pascal	DOS	14 000	21,5	100	21,5	34,1	34,1
Delphi 7.0	Windows	27 000	8,9	100	8,9	84,4	84,4
Оберон	Оберон	112 468	10,3	100	10,3	71,2	71,2
XDS	Windows	20 451	14,4	100	14,4	31,0	31,0
JOB	Java						