

В серии:

Библиотека ALT Linux

# Free Pascal и Lazarus

## Учебник по программированию

Е. Р. Алексеев  
О. В. Чеснокова  
Т. В. Кучер

Москва  
ДМК Пресс, ALT Linux, 2010

УДК 004.432

ББК 22.1

A47

A47 Free Pascal и Lazarus: Учебник по программированию / Е. Р. Алексеев, О. В. Чеснокова, Т. В. Кучер — М. : ALT Linux, 2010. — 438 с. : ил. — (Библиотека ALT Linux).

ISBN 978-5-94074-611-9

Free Pascal — свободная реализация языка Паскаль, совместимая с Borland Pascal и Object Pascal — Delphi, но при этом обладающая и некоторыми дополнительными возможностями. Свободный компилятор Free Pascal — кроссплатформенный продукт, реализованный, в частности, для операционных систем Linux и Windows. Данная книга представляет собой учебник по алгоритмизации и программированию на основе языка Free Pascal. Кроме того, читатель познакомится с принципами создания визуальных приложений в среде Lazarus.

К каждой теме прилагаются 25 вариантов задач для самостоятельного решения, что позволит использовать книгу не только начинающим самостоятельно изучать программирование, но и преподавателям в учебном процессе.

Сайт книги: <http://books.altlinux.ru/freepascal/>

Книга адресована преподавателям и учащимся средних и высших учебных заведений, а также широкому кругу читателей, интересующихся программированием.

УДК 004.432

ББК 22.1

### Книгу можно приобрести:

**В компании «Альт Линукс»: (495) 662-3883. E-mail: [zakaz@altlinux.ru](mailto:zakaz@altlinux.ru)  
Internet-магазин: <http://shop.altlinux.ru>**

**В торгово-издательском холдинге «Альянс-книга»:  
Оптовые покупки: (495) 258-91-94, 258-91-95. E-mail: [books@alians-kniga.ru](mailto:books@alians-kniga.ru)  
Internet-магазин: <http://www.alians-kniga.ru/>**

Материалы, составляющие данную книгу, распространяются на условиях лицензии GNU FDL. Книга содержит следующий текст, помещаемый на первую страницу обложки: «В серии “Библиотека ALT Linux”». Название: «Free Pascal и Lazarus: Учебник по программированию». Книга не содержит неизменяемых разделов. Авторы разделов указаны в заголовках соответствующих разделов. ALT Linux — торговая марка компании ALT Linux. Linux — торговая марка Линуса Торвальдса. Прочие встречающиеся названия могут являться торговыми марками соответствующих владельцев.

ISBN 978-5-94074-611-9

© Алексеев Е. Р., 2010

© ALT Linux, 2010

© Издание, ДМК Пресс, 2010

# Оглавление

<b>Оглавление</b>	<b>3</b>
<b>Введение</b>	<b>6</b>
<b>Глава 1. Средства разработки программ на языке Free Pascal</b>	<b>8</b>
1.1 Процесс разработки программы . . . . .	8
1.2 Среда программирования Free Pascal . . . . .	9
1.3 Среда разработки Geany . . . . .	15
1.4 Среда визуального программирования Lazarus . . . . .	17
<b>Глава 2. Общие сведения о языке программирования Free Pascal</b>	<b>51</b>
2.1 Структура проекта Lazarus . . . . .	51
2.2 Структура консольного приложения . . . . .	52
2.3 Элементы языка . . . . .	54
2.4 Данные в языке Free Pascal . . . . .	55
2.5 Операции и выражения . . . . .	63
2.6 Стандартные функции . . . . .	67
2.7 Задачи для самостоятельного решения . . . . .	78
<b>Глава 3. Операторы управления</b>	<b>80</b>
3.1 Основные конструкции алгоритма . . . . .	80
3.2 Оператор присваивания . . . . .	82
3.3 Составной оператор . . . . .	82
3.4 Условные операторы . . . . .	82
3.5 Операторы цикла . . . . .	106
3.6 Задачи для самостоятельного решения . . . . .	135
<b>Глава 4. Подпрограммы</b>	<b>140</b>
4.1 Общие сведения о подпрограммах. Локальные и глобальные переменные . . . . .	140
4.2 Формальные и фактические параметры. Передача параметров в подпрограмму . . . . .	141
4.3 Процедуры . . . . .	142
4.4 Функции . . . . .	146
4.5 Решение задач с использованием подпрограмм . . . . .	151
4.6 Рекурсивные функции . . . . .	169

4.7	Особенности работы с подпрограммами . . . . .	173
4.8	Разработка модулей . . . . .	176
4.9	Задачи для самостоятельного решения . . . . .	179

## **Глава 5. Использование языка Free Pascal для обработки массивов** 182

5.1	Общие сведения о массивах . . . . .	182
5.2	Описание массивов . . . . .	183
5.3	Операции над массивами . . . . .	185
5.4	Ввод-вывод элементов массива . . . . .	185
5.5	Вычисление суммы и произведения элементов массива . . . . .	198
5.6	Поиск максимального элемента в массиве и его номера . . . . .	199
5.7	Сортировка элементов в массиве . . . . .	200
5.8	Удаление элемента из массива . . . . .	204
5.9	Вставка элемента в массив . . . . .	208
5.10	Использование подпрограмм для работы с массивами . . . . .	210
5.11	Использование указателей для работы с динамическими массивами . . . . .	213
5.12	Примеры программ . . . . .	218
5.13	Задачи для самостоятельного решения . . . . .	245

## **Глава 6. Обработка матриц в Паскале** 248

6.1	Ввод-вывод матриц . . . . .	250
6.2	Алгоритмы и программы работы с матрицами . . . . .	262
6.3	Динамические матрицы . . . . .	298
6.4	Задачи для самостоятельного решения . . . . .	301

## **Глава 7. Обработка файлов средствами Free Pascal** 303

7.1	Типы файлов в Free Pascal . . . . .	303
7.2	Работа с типизированными файлами . . . . .	304
7.3	Бестиповые файлы в языке Free Pascal . . . . .	328
7.4	Обработка текстовых файлов в языке Free Pascal . . . . .	340
7.5	Задачи для самостоятельного решения . . . . .	345

## **Глава 8. Работа со строками и записями** 347

8.1	Обработка текста . . . . .	347
8.2	Работа с записями . . . . .	352
8.3	Задачи для самостоятельного решения по теме «Строки» . . . . .	361
8.4	Задачи для самостоятельного решения по теме «Записи» . . . . .	362

## **Глава 9. Объектно-ориентированное программирование** 367

9.1	Основные понятия . . . . .	367
9.2	Инкапсуляция . . . . .	376
9.3	Наследование и полиморфизм . . . . .	380

9.4	Перегрузка операций . . . . .	392
9.5	Задачи для самостоятельного решения . . . . .	405
<b>Глава 10. Графика в Lazarus</b>		<b>409</b>
10.1	Средства рисования в Lazarus . . . . .	409
10.2	Построение графиков . . . . .	418
10.3	Задачи для самостоятельного решения . . . . .	429
<b>Заключение</b>		<b>433</b>
<b>Сведения об авторах</b>		<b>434</b>
<b>Литература</b>		<b>435</b>
<b>Предметный указатель</b>		<b>436</b>

# Введение

Авторы книги давно хотели написать учебник по программированию, который был бы полезен пользователям различных операционных систем. Благодаря компании ALT Linux, мы попытались это сделать. В качестве языка программирования был выбран язык Free Pascal, который представляется нам ясным, логичным и гибким языком и приучает к хорошему стилю программирования. Свободно распространяемые компиляторы языка Free Pascal реализованы во многих дистрибутивах Linux, есть свободные компиляторы и для ОС Windows. Кроме того, в этой книге мы попытались познакомить читателя с принципами создания визуальных приложений в среде Lazarus.

В настоящее время существует множество подходов к изучению программирования. По мнению авторов, нельзя изучать программирование на каком-либо языке, не изучив методы разработки алгоритмов. Одним из наиболее наглядных методов составления алгоритмов является язык *блок-схем*. Об этом свидетельствует и многолетний опыт авторов преподавания программирования. Мы попытались написать учебник по алгоритмизации и программированию, насколько нам это удалось — судить читателю.

Авторы надеются, что читатель имеет первоначальные навыки работы на персональном компьютере под управлением ОС Linux или Windows и знаком со школьным курсом математики.

Книга состоит из десяти глав.

В *первой* главе читатель узнает о средствах разработки программ на Free Pascal, напишет свои первые программы.

Во *второй* главе изложены основные элементы языка (переменные, выражения, операторы) Free Pascal. Описаны простейшие операторы языка: присваивания и ввода-вывода, приведена структура программы, приведены примеры простейших программ линейной структуры.

*Третья* глава является одной из ключевых в изучении программирования. В ней изложена методика составления алгоритмов с помощью блок-схем. Приведено большое количество примеров блок-схем алгоритмов и программ различной сложности. Авторы рекомендуют внимательно разобрать все примеры и выполнить упражнения этой главы, и только после этого приступить к изучению последующих глав книги.

В *четвёртой* главе читатель на большом количестве примеров познакомится с подпрограммами. Описан механизм передачи параметров между подпрограммами. Один из параграфов посвящён рекурсивным подпрограммам. В завершении главы рассмотрен вопрос создания личных модулей.

*Пятая и шестая* главы посвящены изучению алгоритмов обработки массивов и матриц. Здесь же читатель познакомится и с реализацией этих алгоритмов на языке Free Pascal. Именно эти главы совместно с третьей являются ключом к пониманию принципов программирования.

*Седьмая* глава знакомит читателя с обработкой файлов на языке Free Pascal под управлением ОС Linux и Windows. На практических примерах изложен механизм прямого и последовательного доступа к файлам и обработки ошибок ввода-вывода. Описана работа с бестиповыми и текстовыми файлами.

*Восьмая* глава посвящена обработке строк и записей. Приведённые примеры позволят читателю разобраться с принципами обработки таблиц в языке Free Pascal.

В *девятой* главе авторы описали принципы объектно-ориентированного программирования и их реализацию в языке Free Pascal.

В *десятой* главе рассмотрены графические возможности Lazarus, изложено подробное описание алгоритма построения графиков непрерывных функций на экране дисплея. Приведены тексты программ изображения графиков функций с подробными комментариями.

К каждой теме прилагаются 25 вариантов задач для самостоятельного решения, что позволит использовать книгу не только начинающим самостоятельно изучать программирование, но и преподавателям в учебном процессе.

С рабочими материалами книги можно познакомиться на сайте Евгения Ростиславовича Алексеева — <http://www.teacher.dn-ua.com>.

Авторы благодарят компанию ALT Linux и лично Кирилла Маслинского за возможность издать эту книгу.

Авторы выражают благодарность своим родным за помощь и понимание.

Алексеев Е. Р., Чеснокова О. В., Кучер Т. В.

Донецк, январь 2009 г.

# Глава 1

## Средства разработки программ на языке Free Pascal

В этой главе мы начинаем знакомство с программированием на языке Free Pascal. *Язык программирования* Free Pascal ведёт своё начало от классического языка Pascal, который был разработан в конце 60-х годов XX века Никлаусом Виртом. Н. Вирт разрабатывал этот язык как учебный язык для своих студентов. С тех пор Pascal, сохранив простоту и структуру языка, разработанного Н. Виртом, превратился в мощное средство программирования. С помощью современного языка Pascal можно производить простые расчёты, разрабатывать программы для проведения сложных инженерных и экономических вычислений.

### 1.1 Процесс разработки программы

Разработку программы можно разбить на следующие этапы:

- 1) Составление алгоритма решения задачи. *Алгоритм* — это описание последовательности действий, которые необходимо выполнить для решения поставленной задачи.
- 2) Написание текста программы. *Текст программы* пишут на каком-либо языке программирования (например на Free Pascal) и вводят его в компьютер с помощью текстового редактора.
- 3) Отладка программы. *Отладка программы* — это процесс устранения ошибок из текста программы. Все ошибки делятся на синтаксические и логические. При наличии синтаксических ошибок (ошибок в написании операторов) программа не запускается. Подобные ошибки исправляются проще всего. Логические ошибки — это ошибки, при которых программа работает, но неправильно. В этом случае программа выдаёт не те результаты, которые ожидает разработчик или пользователь. Логические ошибки исправить сложнее, чем синтаксические, иногда для этого придётся переписывать отдельные участки программы, а иногда и перерабатывать весь алгоритм.



- 4) Тестирование программы. *Тестирование программы* — процесс выявления ошибок в работе программы.

Процессы отладки и тестирования сопровождаются неоднократным *запуском программы на выполнение*. Процесс запуска программы может быть осуществлён только после того, как введённая в компьютер программа на алгоритмическом языке Pascal<sup>1</sup> будет переведена в *двоичный машинный код* и создан *исполняемый файл*. Процесс перевода текста программы в машинный код называют *трансляцией*. Все трансляторы делятся на два класса:

- *интерпретаторы* — трансляторы, которые переводят каждый оператор программы в машинный код, и по мере перевода операторы выполняются процессором;
- *компиляторы* переводят всю программу целиком, и если перевод всей программы прошёл без ошибок, то полученный двоичный код можно запускать на выполнение.

Если в качестве транслятора выступает компилятор, то процесс перевода текста программы в машинный код называют *компиляцией*. При переводе программ с языка Pascal в машинный код используются именно компиляторы<sup>2</sup>.

Рассмотрим основные этапы обработки компилятором программы на языке Pascal.

- 1) Компилятор анализирует, какие внешние библиотеки<sup>3</sup> нужно подключить, разбирает текст программы на составляющие элементы, проверяет синтаксические ошибки и в случае их отсутствия формирует объектный код (в Windows — файл с расширением **.obj**, в Linux — файл с расширением **.o**). Получаемый на этом этапе двоичный файл (объектный код) не включает в себя объектные коды подключаемых библиотек.
- 2) На втором этапе компоновщик подключает к объектному коду программы объектные коды библиотек и генерирует исполняемый код программы. Этот этап называется *компоновкой* или *сборкой программы*. Полученный на этом этапе исполняемый код программы можно запускать на выполнение.

На сегодняшний день существует множество компиляторов языка Pascal, среди которых можно выделить Borland Pascal, Delphi, а также свободно распространяемый кроссплатформенный компилятор языка Free Pascal и среду визуального программирования Lazarus.

## 1.2 Среда программирования Free Pascal

Рассмотрим *процесс установки компилятора* Free Pascal в ОС Linux. Для установки программ в операционной системе Linux служит менеджер пакетов. В разных дистрибутивах Linux используются различные менеджеры

---

<sup>1</sup>Как и на любом другом языке.

<sup>2</sup>Вместо термина «компилятор» в литературе иногда используют термин «транслятор компилирующего типа».

<sup>3</sup>В библиотеках языка Pascal хранится объектный (двоичный) код стандартных (таких, как  $\sin(x)$ ,  $\cos(x)$  и др.) функций и процедур языка.

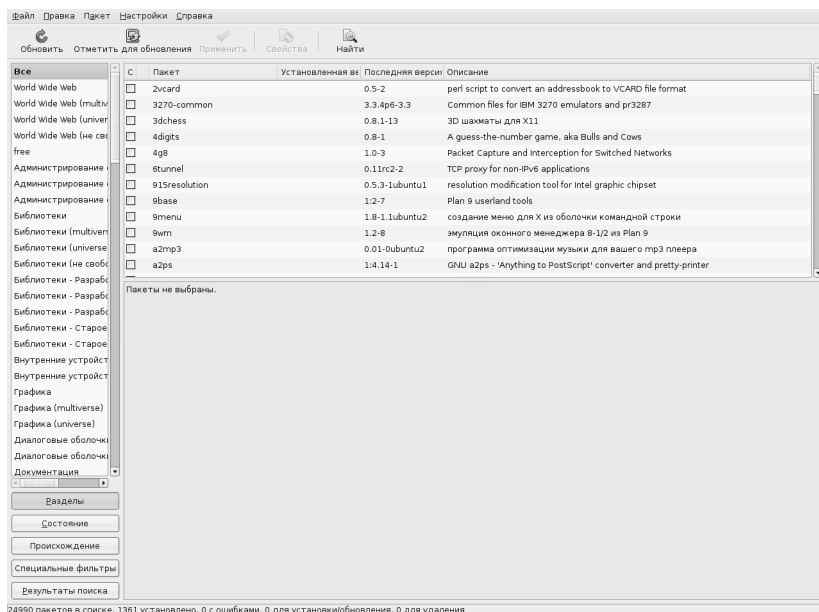


Рис. 1.1. Менеджер пакетов Synaptic

пакетов, например, в ALT Linux можно воспользоваться программой Synaptic. Окно Synaptic представлено на рис. 1.1. В школьной линейке дистрибутивов ALT Linux Free Pascal и Lazarus присутствуют сразу после установки операционной системы.

Обратите внимание, что для установки программ необходимо установить список источников программ (список репозиторий<sup>4</sup>).

Для установки Free Pascal в окне Synaptic (см. рис. 1.1) необходимо щёлкнуть по кнопке **Найти** и в открывшемся окне ввести **fpc** (см. рис. 1.2). Менеджер программ находит программу FreePascal, после чего в окне Synaptic необходимо отметить программы **fpc** (Free Pascal Compiler Meta Package) для установки (с помощью контекстного меню или с помощью кнопки **Отметить для обновления**) и начать установку, щёлкнув по кнопке **Применить**. После этого начнётся процесс загрузки пакетов из Интернета и их установки.

В состав метапакета **fpc** входит компилятор языка Free Pascal **fpc** и среда разработки **fpc-ide**. Для запуска среды разработки в Linux необходимо просто в терминале набрать **fp**. На рис. 1.3 представлено окно среды разработки программ на языке Free Pascal в ОС Linux.

<sup>4</sup>Список репозиторий — список официальных сайтов, с которых можно устанавливать программы.