



# Системное программирование в UNIX

Руководство  
программиста  
по разработке ПО

Кейт Хэвиленг  
Дайна Грэй  
Бен Салама

«Данная книга является серьезным пособием для программистов, желающих максимально использовать возможности ядра UNIX. Рекомендую!»

Брайан Брэмер,  
обозреватель ACCU  
(Ассоциация пользователей C и C++)

Операционная система UNIX всегда занимала важную позицию в научном и техническом сообществах. В настоящее время существует множество крупномасштабных систем управления данными и обработки транзакций на платформе UNIX. Более того, эта ОС является ядром серверов магистральной сети Internet.

Предлагаемое издание адресовано прежде всего программистам, уже знакомым с UNIX, которые собираются разрабатывать программное обеспечение для этой операционной системы на языке C. Помимо обзора основных понятий и терминологии, в книге представлено описание системных примитивов доступа к файлам, процессов UNIX и методов работы с ними. Рассмотрено межпроцессное взаимодействие, освещается работа с основными библиотеками.

Книга также будет полезна разработчикам системного ПО, прикладных и деловых приложений.

Internet-магазин:  
[www.aliants-kniga.ru](http://www.aliants-kniga.ru)

Книга – почтой:  
Россия, 123242,  
Москва, а/я 20  
Тел.: (495) 258-9194, -9195  
[books@aliants-kniga.ru](mailto:books@aliants-kniga.ru)

Оптовая продажа:  
«Альянс-книга»  
Тел./факс: (495) 258-9195  
[books@aliants-kniga.ru](mailto:books@aliants-kniga.ru)

ISBN 5-94074-008-1



9 785940 740087



[www.dmk-press.ru](http://www.dmk-press.ru)

Кейт Хэвиленг  
Дайна Грэй  
Бен Салама

Системное программирование в UNIX  
Руководство программиста по разработке ПО



Кейт Хэвиленг, Дайна Грэй, Бен Салама

# Системное программирование в UNIX

Руководство  
программиста  
по разработке ПО



Универсальная  
среда  
программирования

для программистов





Серия «Для программистов»

# Системное программирование в UNIX

## Руководство программиста по разработке ПО

Кейт Хэвиленд,  
Дайна Грэй,  
Бен Салама



Москва

**ББК 32.973.26-018.2**  
**X99**

**Кейт Хэвиленд, Дайна Грэй, Бен Салама**

X99 Системное программирование в UNIX: Пер. с англ. – М., ДМК Пресс. – 368 с., ил. (Серия «Для программистов»).

**ISBN 5-94074-008-1**

Операционная система UNIX всегда занимала важную позицию в научном и техническом сообществах. В настоящее время существует множество крупномасштабных систем управления данными и обработки транзакций на платформе UNIX. Более того, эта ОС является ядром серверов магистральной сети Internet.

Предлагаемое издание адресовано прежде всего программистам, уже знакомым с UNIX, которые собираются разрабатывать программное обеспечение для этой операционной системы на языке C. Помимо обзора основных понятий и терминологии, в книге представлено описание системных примитивов доступа к файлам, процессов UNIX и методов работы с ними. Рассмотрено межпроцессное взаимодействие, освещается работа с основными библиотеками.

Книга также будет полезна разработчикам системного ПО, прикладных и деловых приложений.

ББК 32.973.26-018.2

Права на издание книги были получены по соглашению с Addison Wesley Longman, Inc. и Литературным агентством Мэтлок (Санкт-Петербург).

Все права защищены. Любая часть этой книги не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме и какими бы то ни было средствами без письменного разрешения владельцев авторских прав.

Материал, изложенный в данной книге, многократно проверен. Но, поскольку вероятность технических ошибок все равно существует, издательство не может гарантировать абсолютную точность и правильность приводимых сведений. В связи с этим издательство не несет ответственности за возможные ошибки, связанные с использованием книги.

ISBN 0-201-87758-9  
ISBN 5-94074-008-1

© Addison Wesley Longman Inc.  
© ДМК Пресс

# Содержание

<b>Предисловие .....</b>	<b>13</b>
<b>Соглашения .....</b>	<b>21</b>
<b>Благодарности .....</b>	<b>22</b>
<b>Глава 1. Основные понятия и терминология .....</b>	<b>23</b>
1.1. Файл .....	23
1.1.1. Каталоги и пути .....	24
1.1.2. Владелец файла и права доступа .....	25
1.1.3. Обобщение концепции файла .....	25
1.2. Процесс .....	26
1.2.1. Межпроцессное взаимодействие .....	26
1.3. Системные вызовы и библиотечные подпрограммы .....	26
<b>Глава 2. Файл .....</b>	<b>29</b>
2.1. Примитивы доступа к файлам в системе UNIX .....	29
2.1.1. Введение .....	29
2.1.2. Системный вызов open .....	31
2.1.3. Создание файла при помощи вызова open .....	34
2.1.4. Системный вызов creat .....	35
2.1.5. Системный вызов close .....	36
2.1.6. Системный вызов read .....	36
2.1.7. Системный вызов write .....	39
2.1.8. Пример copyfile .....	41



2.1.9. Эффективность вызовов read и write .....	42
2.1.10. Вызов lseek и произвольный доступ .....	43
2.1.11. Пример: гостиница .....	45
2.1.12. Дописывание данных в конец файла .....	47
2.1.13. Удаление файла .....	47
2.1.14. Системный вызов fcntl .....	48
2.2. Стандартный ввод, стандартный вывод и стандартный вывод диагностики .....	50
2.2.1. Основные понятия .....	50
2.2.2. Программа io .....	51
2.2.3. Использование стандартного вывода диагностики .....	53
2.3. Стандартная библиотека ввода/вывода: взгляд в будущее .....	53
2.4. Системные вызовы и переменная errno .....	56
2.4.1. Подпрограмма perror .....	57

## **Глава 3. Работа с файлами .....**

3.1. Файлы в многопользовательской среде .....	59
3.1.1. Пользователи и права доступа .....	59
3.1.2. Права доступа и режимы файлов .....	60
3.1.3. Дополнительные права доступа для исполняемых файлов .....	62
3.1.4. Маска создания файла и системный вызов umask .....	64
3.1.5. Вызов open и права доступа к файлу .....	65
3.1.6. Определение доступности файла при помощи вызова access .....	66
3.1.7. Изменение прав доступа при помощи вызова chmod .....	67
3.1.8. Изменение владельца при помощи вызова chown .....	68
3.2. Файлы с несколькими именами .....	69
3.2.1. Системный вызов link .....	69
3.2.2. Системный вызов unlink .....	69
3.2.3. Системный вызов rename .....	71
3.2.4. Символьные ссылки .....	71
3.3. Получение информации о файле: вызовы stat и fstat .....	72
3.3.1. Подробнее о вызове chmod .....	77

<b>Глава 4. Каталоги, файловые системы и специальные файлы .....</b>	<b>79</b>
4.1. Введение .....	79
4.2. Каталоги с точки зрения пользователя .....	79
4.3. Реализация каталогов .....	82
4.3.1. Снова о системных вызовах link и unlink .....	83
4.3.2. Точка и двойная точка .....	84
4.3.3. Права доступа к каталогам .....	84
4.4. Использование каталогов при программировании .....	86
4.4.1. Создание и удаление каталогов .....	86
4.4.2. Открытие и закрытие каталогов .....	87
4.4.3. Чтение каталогов: вызовы readdir и rewinddir .....	88
4.4.4. Текущий рабочий каталог .....	91
4.4.5. Смена рабочего каталога при помощи вызова chdir .....	91
4.4.6. Определение имени текущего рабочего каталога .....	92
4.4.7. Обход дерева каталогов .....	93
4.5. Файловые системы UNIX .....	95
4.5.1. Кэширование: вызовы sync и fsync .....	97
4.6. Имена устройств UNIX .....	98
4.6.1. Файлы блочных и символьных устройств .....	99
4.6.2. Структура stat .....	100
4.6.3. Информация о файловой системе .....	101
4.6.4. Ограничения файловой системы: процедуры pathconf и fpathconf .....	103
<b>Глава 5. Процесс .....</b>	<b>105</b>
5.1. Понятие процесса .....	105
5.2. Создание процессов .....	106
5.2.1. Системный вызов fork .....	106
5.3. Запуск новых программ при помощи вызова exec .....	109
5.3.1. Семейство вызовов exec .....	109
5.3.2. Доступ к аргументам, передаваемым при вызове exec .....	113

5.4. Совместное использование вызовов <code>exec</code> и <code>fork</code> .....	115
5.5. Наследование данных и дескрипторы файлов .....	118
5.5.1. Вызов <code>fork</code> , файлы и данные .....	118
5.5.2. Вызов <code>exec</code> и открытые файлы .....	119
5.6. Завершение процессов при помощи системного вызова <code>exit</code> .....	120
5.7. Синхронизация процессов .....	121
5.7.1. Системный вызов <code>wait</code> .....	121
5.7.2. Ожидание завершения определенного потомка: вызов <code>waitpid</code> .....	124
5.8. Зомби-процессы и преждевременное завершение программы .....	125
5.9. Командный интерпретатор <code>smallsh</code> .....	126
5.10. Атрибуты процесса .....	133
5.10.1. Идентификатор процесса .....	133
5.10.2. Группы процессов и идентификаторы группы процессов .....	135
5.10.3. Изменение группы процесса .....	135
5.10.4. Сеансы и идентификатор сеанса .....	136
5.10.5. Переменные программного окружения .....	137
5.10.6. Текущий рабочий каталог .....	139
5.10.7. Текущий корневой каталог .....	139
5.10.8. Идентификаторы пользователя и группы .....	140
5.10.9. Ограничения на размер файла: вызов <code>ulimit</code> .....	141
5.10.10. Приоритеты процессов: вызов <code>nice</code> .....	141

## **Глава 6. Сигналы и их обработка** .....

### 143

6.1. Введение .....	143
6.1.1. Имена сигналов .....	144
6.1.2. Нормальное и аварийное завершение .....	148
6.2. Обработка сигналов .....	150
6.2.1. Наборы сигналов .....	150
6.2.2. Задание обработчика сигналов: вызов <code>sigaction</code> .....	152
6.2.3. Сигналы и системные вызовы .....	157
6.2.4. Процедуры <code>sigsetjmp</code> и <code>siglongjmp</code> .....	158

6.3. Блокирование сигналов .....	159
6.4. Посылка сигналов .....	161
6.4.1. Посылка сигналов другим процессам: вызов kill .....	161
6.4.2. Посылка сигналов самому процессу: вызовы raise и alarm .....	164
6.4.3. Системный вызов pause .....	166

## **Глава 7. Межпроцессное взаимодействие при помощи программных каналов .....**

169

7.1. Каналы .....	169
7.1.1. Каналы на уровне команд .....	169
7.1.2. Использование каналов в программе .....	170
7.1.3. Размер канала .....	175
7.1.4. Закрытие каналов .....	177
7.1.5. Запись и чтение без блокирования .....	178
7.1.6. Использование системного вызова select для работы с несколькими каналами .....	181
7.1.7. Каналы и системный вызов exes .....	186
7.2. Именованные каналы, или FIFO .....	189
7.2.1. Программирование при помощи каналов FIFO .....	191

## **Глава 8. Дополнительные методы межпроцессного взаимодействия .....**

197

8.1. Введение .....	197
8.2. Блокировка записей .....	198
8.2.1. Мотивация .....	198
8.2.2. Блокировка записей при помощи вызова fcntl .....	199
8.3. Дополнительные средства межпроцессного взаимодействия .....	208
8.3.1. Введение и основные понятия .....	208
8.3.2. Очереди сообщений .....	210
8.3.3. Семафоры .....	221
8.3.4. Разделяемая память .....	229
8.3.5. Команды ipcs и ipcrm .....	235



<b>Глава 9. Терминал</b>	237
9.1. Введение	237
9.2. Терминал UNIX	239
9.2.1. Управляющий терминал	240
9.2.2. Передача данных	241
9.2.3. Эхо-отображение вводимых символов и опережающий ввод с клавиатуры	241
9.2.4. Канонический режим, редактирование строки и специальные символы	242
9.3. Взгляд с точки зрения программы	244
9.3.1. Системный вызов open	245
9.3.2. Системный вызов read	246
9.3.3. Системный вызов write	248
9.3.4. Утилиты ttyname и isatty	249
9.3.5. Изменение свойств терминала: структура termios	249
9.3.6. Параметры MIN и TIME	257
9.3.7. Другие системные вызовы для работы с терминалом	258
9.3.8. Сигнал разрыва соединения	259
9.4. Псевдотерминалы	260
9.5. Пример управления терминалом: программа tscript	264
 <b>Глава 10. Сокеты</b>	 271
10.1. Введение	271
10.2. Типы соединения	272
10.3. Адресация	272
10.3.1. Адресация Internet	273
10.3.2. Порты	273
10.4. Интерфейс сокетов	274
10.4.1. Создание сокета	274
10.5. Программирование в режиме TCP-соединения	275
10.5.1. Связывание	276
10.5.2. Включение приема TCP-соединений	276
10.5.3. Прием запроса на установку TCP-соединения	277