

**Н.О. Князева
С.Л. Жуковецька
Н.Ф. Трубіна**



СИСТЕМНЕ ПРОГРАМУВАННЯ

**Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України
Одеська державна академія холоду**

**Н.О. Князева,
С.Л. Жуковецька,
Н.Ф. Трубіна**

СИСТЕМНЕ ПРОГРАМУВАННЯ

Одеса-2013

УДК 004.451.9:004.424
ББК 32.973 – 018.2

*Рекомендовано Міністерством освіти і науки,
молоді та спорту України
як навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів
Лист № 1/11-11263 від 01.12.2011 р.*

Рецензенти:

доктор технічних наук, професор Державного університету
інформаційно-комунікаційних технологій

Беркман Любов Наумівна;

доктор технічних наук, професор

Одеського державного екологічного університету

Мещеряков Володимир Іванович

Князева Н.О.

Системне програмування / Н.О. Князева, С.Л. Жуковецька, Н.Ф. Трубіна.
– Одеса: ВМВ, 2013. – 272 с.

ISBN 978-966-413-332-3

Дисципліна “Системне програмування” орієнтована на вивчення основних принципів створення системних програм. Даний посібник присвячений системному програмуванню в середовищі UNIX. Основна увага приділяється програмному інтерфейсу між ядром UNIX і програмним забезпеченням, яке виконується в середовищі UNIX. Розглянуті фундаментальні основи програмування в UNIX: інструментарій, низькорівневе введення-виведення, файлова система, взаємодія між процесами, обробка помилок та створення процесів-демонів. До кожної теми розроблені контрольні питання та вправи до самостійного виконання.

Навчальний посібник призначений для студентів, що навчаються за напрямками «Комп'ютерна інженерія» (6.050102) та «Комп'ютерні науки» (6.050101).

ISBN 978-966-413-332-3

© Князева Н.О., Жуковецька С.Л., Трубіна Н.Ф., 2013

ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА	8
ГЛАВА 1 СИСТЕМНЕ ПРОГРАМУВАННЯ ТА СИСТЕМНІ ПРОГРАМИ	11
1.1 Поняття системного програмування	11
1.2 Напрями роботи системних програмістів	12
1.3 Класифікація системних програм	13
1.4 Контрольні питання	15
ГЛАВА 2 ОСНОВНІ ВІДОМОСТІ ПРО ОС UNIX	16
2.1 Структура ОС UNIX	16
2.2 Користувачі системи	17
2.3 Файлова система	18
2.3.1 Основні поняття	18
2.3.2 Імена файлів в ОС UNIX	19
2.3.3 Типи файлів	21
2.4 Процеси	23
2.5 Сигнали	26
2.6 Системні виклики та бібліотечні функції	27
2.7 Представлення часу	29
2.8 Основні бібліотеки UNIX і їх файли заголовків	30
2.9 Елементарні системні типи даних	33
2.10 Стандарти	35
2.11 Контрольні питання і вправи	37
ГЛАВА 3 СТВОРЕННЯ ПРОГРАМ В СЕРЕДОВИЩІ ОС UNIX	39
3.1 Мови системного програмування в ОС UNIX	39
3.2 Процедура створення програми	40
3.3 Формати об'єктних файлів	42
3.4 Компілятор GCC	47
3.5 Компіляція багатомодульної програми	48

7.9 Зомбі-процеси и передчасне завершення програми.....	169
7.10 Обмеження.....	170
7.11 Контрольні питання і вправи.....	173
ГЛАВА 8 СИГНАЛИ ТА ЇХ ОБРОБКА.....	175
8.1 Поняття сигналу.....	175
8.2 Імена і типи сигналів. Нормальне і аварійне завершення.....	177
8.3 Обробка сигналів.....	180
8.3.1 Набори сигналів.....	180
8.3.2 Управління маскою сигналів. Функція <i>sigprocmask</i>	181
8.3.3 Завдання оброблювача сигналів: виклик <i>sigaction</i>	183
8.4 Ненадійні сигнали.....	190
8.4.1 Функція <i>signal</i>	190
8.4.2 Реалізація функції <i>signal</i> на основі функції <i>sigaction</i>	192
8.5 Оброблювачі сигналів.....	193
8.6 Штучна генерація сигналів.....	195
8.7 Призупинення роботи процесу. Системний виклик <i>pause</i>	197
8.8 Призупинення процесу на заданий час.....	198
8.9 Контрольні питання і вправи.....	199
ГЛАВА 9 ВЗАЄМОДІЯ МІЖ ПРОЦЕСАМИ ЗА ДОПОМОГОЮ КАНАЛІВ.....	201
9.1 Поняття каналу.....	201
9.2 Програмні канали.....	202
9.2.1 Створення програмного каналу.....	202
9.2.2 Сопроцеси.....	205
9.3 Іменовані канали (<i>FIFO</i>).....	206
9.3.1 Створення іменованого каналу.....	206
9.3.2 Простий приклад взаємодії „Клієнт-сервер”.....	208
9.3.3 Переваги та недоліки іменованих каналів.....	214
9.4 Послідовні і паралельні сервери.....	214
9.5 Контрольні питання і вправи.....	215

ГЛАВА 10 ПРОЦЕСИ–ДЕМОНИ.....	216
10.1 Призначення процесів-демонів.....	216
10.2 Правила програмування демонів.....	216
10.3 Журналізація помилок.....	220
10.4 Демони в єдиному екземплярі.....	223
10.5 Угоди для демонів.....	224
10.6 Контрольні питання і вправи.....	225
ГЛАВА 11 ОТРИМАННЯ ІНФОРМАЦІЇ ПРО СИСТЕМУ.....	226
11.1 Користувачі і групи користувачів.....	226
11.1.1 Файли реєстрації користувачів і груп.....	226
11.1.2 Файл паролів.....	226
11.1.3 Тіньові паролі.....	229
11.1.4 Файл груп.....	231
11.2 Інформація про систему.....	233
11.3 Інформація про налаштування системи.....	234
11.4 Контрольні питання і вправи.....	236
ДОДАТОК СТАНДАРТНА БІБЛІОТЕКА.....	238
A1. Введення-виведення: <i><stdio.h></i>	238
A2. Перевірки класу символу: <i><ctype.h></i>	245
A3. Функції, які оперують з рядками: <i><string.h></i>	247
A4. Функції загального призначення: <i><stdlib.h></i>	249
A5. Функції дати й часу: <i><time.h></i>	253
ЛІТЕРАТУРА.....	257
ПРЕДМЕТНИЙ ПОКАЖЧИК.....	261

ПЕРЕДМОВА

Системне програмування в першу чергу є мистецтвом написання системного програмного забезпечення.

Системне програмування часто протиставляється прикладному програмуванню. Програмування на системному рівні і програмування на прикладному рівні розрізняються в деяких аспектах, але в інших схожі. Особливість системного програмування в тому, що системні програмісти повинні володіти глибокими знаннями про апаратне забезпечення і операційну систему, в якій вони працюють.

Даний посібник присвячений системному програмуванню в середовищі *UNIX*. Особливо важливим освітлення цих питань стало у зв'язку з широким поширенням *Linux*. Сьогодні *Linux* працює скрізь, починаючи від крихітних мобільних телефонів і вбудованих пристроїв і закінчуючи 70% суперкомп'ютерів із списку 500 кращих в світі. Жодна серйозна фірма програмного профілю не може ігнорувати цю операційну систему, тому більшість програмних пакетів мають свої версії і для *Linux*. Варто відзначити дві характерні особливості *Linux*: безкоштовність та відкритість програмного коду.

Системне програмне забезпечення живе на низькому рівні, спілкуючись безпосередньо з ядром і системними бібліотеками. Системне програмне забезпечення включає інтерпретатори команд, текстові редактори, компілятори, утиліти ядра і системні демони. Всі ці компоненти працюють з кодом ядра і бібліотеками мови *C*.

Даний посібник фокусується на програмуванні системного рівня в призначеному для користувача просторі, що характерно для операційної системи *UNIX*. Кажучи традиційно, все програмування в *UNIX* – це програмування системного рівня. Основна увага приділяється програмному інтерфейсу між ядром *UNIX* і прикладним програмним забезпеченням, яке виконується в середовищі *UNIX*. Цей інтерфейс називається інтерфейсом системних викликів *UNIX*.

Основи програмування в *UNIX* залишаються незмінними вже багато років. Системи *UNIX*, проте, вельми динамічні, і їх поведінка міняється з додаванням нових функцій. Велика кількість різних варіантів системи *UNIX* привела до необхідності стандартизувати її, аби спростити процес переносу застосувань і позбавити користувача від необхідності вивчати особливості кожного різновиду *UNIX*. У даному посібнику розглядаються інтерфейси, що відповідають двом найбільш важливим і поширеним стандартам: *POSIX* і *Single UNIX Specification* (*SUS* – єдина специфікація *UNIX*).

Стандарти *POSIX* і *SUS* документують, серед іншого, *API* (*Application Programming Interface*) мови *C* для інтерфейсу *UNIX*-подібної операційної системи. Фактично вони визначають системне програмування сумісних систем *UNIX*.

Навчальний посібник складається із одинадцяти розділів. У першому розділі окреслюються завдання, що вирішуються системним програмуванням. Другий розділ містить основні відомості про операційну систему *UNIX*. В третьому розділі розглядається процес створення системних програм та середовище, в якому вони виконуватимуться.

Наступні три розділи присвячені задачам системного програмування стосовно файлової системи. Перш за все, це задачі базового введення-виведення, що розглядаються у четвертому розділі підручника. Додаткові операції над файлами розглядаються у п'ятому розділі. В шостому розділі наводяться принципи використання каталогів як особого виду файлів.

Сьомий розділ присвячений огляду задач системного програмування, пов'язаних з функціонуванням процесів: створення процесу, ідентифікація процесу, отримання інформації про процес, припинення процесу. В наступних двох розділах розглянуті варіанти вирішення проблем міжпроцесної взаємодії. У восьмому розділі приводиться варіант міжпроцесної взаємодії за допомогою сигналів, у дев'ятому – за допомогою каналів.

Десятий розділ в якості підсумку отриманих знань містить опис створення процесів-демонів. В одинадцятому розділі надається додаткова інформація про отримання системних параметрів.

Для ліпшого засвоєння матеріалу не зайвим буде знання мови *C*, а також деякий досвід використання *UNIX*. Проте виклад матеріалу не передбачає наявності досвіду розробки програм для *UNIX*. Для допомоги в прочитанні прикладів програм в додатках до посібника надається опис функцій стандартної бібліотеки *UNIX*.

У посібнику містяться питання для самоконтролю, практичні завдання, апарат для орієнтації в матеріалах книги та рекомендована література.

Автори використали багаторічний досвід викладання курсу «Системне програмування» в Одеській державній академії холоду та Одеському національному університеті ім. І.І.Мечникова, врахували місце навчального посібника в структурі навчального плану підготовки спеціалістів з напрямів «Комп'ютерна інженерія» та «Комп'ютерні науки».

Автори, користуючись нагодою, висловлюють свою щиру подяку д-ру техн. наук, проф. Л.Н.Беркман та д-ру техн. наук, проф. В.І.Мещерякову за цінні зауваження при рецензуванні рукопису.