

**Сафонов В.О.**

Основы современных операционных систем: учебное пособие / В.О. Сафонов. — М.: Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ»: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011. — 583 с: ил. — (Основы информационных технологий).

# Оглавление

Введение .....	22
<b>Лекция 1. Понятие операционной системы (ОС), цели ее работы.</b>	
Классификация компьютерных систем .....	23
Введение .....	23
Комментарии к списку литературы .....	23
Краткое содержание курса .....	23
Почему важно знать операционные системы — мнение эксперта из Microsoft .....	24
Расцвет ОС в 2000-х гг. ....	24
Понятие операционной системы и цели ее работы .....	26
Компоненты компьютерной системы .....	27
Общая картина функционирования компьютерной системы .....	28
Классификация компьютерных систем .....	28
Классификация компьютерных архитектур .....	33
Основные компоненты операционной системы .....	35
Краткие итоги .....	35
Набор для практики .....	36
Литература .....	36
<b>Лекция 2. История ОС. Отечественные ОС. Диалекты UNIX. Режимы пакетной     обработки, мультипрограммирования, разделения времени .....</b>	38
Введение .....	38
История ОС .....	38
Диалекты UNIX .....	41
Отечественные операционные системы .....	42
Особенности операционных систем для компьютеров общего назначения (mainframes). Пакетный режим .....	45
Распределение памяти в однозадачной ОС с пакетной обработкой заданий .....	45
ОС пакетной обработки с поддержкой мультипрограммирования .....	46
Режим разделения времени и особенности ОС с режимом разделения времени .....	47
Краткие итоги .....	48
Набор для практики .....	49
Литература .....	50
<b>Лекция 3. Особенности ОС для различных классов компьютерных систем.</b>	
ОС реального времени. ОС для облачных вычислений .....	51
Введение .....	51
Особенности ОС для персональных компьютеров .....	51

Параллельные компьютерные системы и особенности их ОС	55
Распределенные компьютерные системы и особенности их ОС	55
Виды серверов в клиент-серверных компьютерных системах	56
Кластерные вычислительные системы и их ОС	57
Системы и ОС реального времени	57
Карманные компьютеры (handhelds) и их ОС	58
Развитие концепций и возможностей ОС	59
Вычислительные среды	60
Облачные вычисления и ОС для облачных вычислений	60
Краткие итоги	61
Набор для практики	62
<b>Лекция 4. Архитектура компьютерной системы</b>	64
Введение	64
Архитектура компьютерной системы	64
Функционирование компьютерной системы	68
Обработка прерываний	68
Архитектура ввода-вывода	69
Таблица состояния устройств	70
Прямой доступ к памяти (Direct Memory Access - DMA)	72
Структура памяти	72
Аппаратная защита памяти и процессора	74
Аппаратная защита адресов памяти в системах с теговой архитектурой...	76
Организация аппаратной защиты памяти и процессора.	
Прерывания по таймеру	77
Краткие итоги	78
Набор для практики	79
Дополнительные материалы, презентации	80
<b>Лекция 5. Архитектура ОС. Управление процессами: основные понятия.</b>	
Семафоры и мониторы	81
Введение	81
Основные компоненты ОС	81
Управление процессами	83
Семафоры	84
Мониторы	86
Краткие итоги	86
Набор для практики	87
Литература	88
<b>Лекция 6. Обзор функций ОС: управление памятью, файлами, процессами, сетями, командными интерпретаторами, сервисы ОС, системные вызовы. Уровни абстракции ОС. Архитектура UNIX и MS-DOS</b>	89

Введение	89
Управление основной памятью	89
Управление файлами	91
Управление вторичной памятью	92
Система защиты (ptotection)	93
Система поддержки командного интерпретатора	94
Сервисы (службы) ОС	94
Дополнительные функции ОС	95
Системные вызовы (system calls)	95
Исполнение программ в MS DOS	97
Исполнение нескольких программ в UNIX	98
Коммуникационные модели	98
Системные программы	99
Структура системы MS DOS	100
Структура системы UNIX	101
Уровни абстракции	101
Краткие итоги	102
Набор для практики	103
<b>Лекция 7. Уровни абстракции ОС. ОС с архитектурой микроядра.</b>	
Виртуальные машины. Цели проектирования и разработки ОС.	
Генерация ОС	106
Введение	106
Уровни абстракции ОС	106
Операционные системы с микроядром	107
Виртуальные машины	108
Виртуальная машина Java (JVM)	ПО
Цели проектирования и разработки ОС	111
Механизмы и политики	111
Реализация операционных систем	112
Генерация операционной системы	112
Краткие итоги	113
Набор для практики	114
Литература	115
<b>Лекция 8. Управление процессами. Планирование и диспетчеризация процессов</b>	
Введение	116
Понятие процесса	116
Состояния процесса	117
Блок управления процессом	118

Переключение с одного процесса на другой	119
Очереди, связанные с диспетчеризацией процессов	119
Планировщики, выполняющие диспетчеризацию процессов	121
Переключение контекста	123
Создание процесса	123
Уничтожение процесса	124
Краткие итоги	125
Набор для практики	126
Литература	127
<b>Лекция 9. Методы взаимодействия процессов</b>	128
Введение	128
Независимые и взаимодействующие процессы	128
Виды организации взаимосвязи процессов	128
Парадигма (шаблон) взаимодействия процессов:	
«производитель-потребитель»	129
Коммуникация процессов	131
Непосредственная коммуникация процессов	131
Косвенная коммуникация процессов	132
Буферизация и очередь сообщений	133
Клиент-серверная взаимосвязь	133
Краткие итоги	136
Набор для практики	136
Литература	138
<b>Лекция 10. Потоки (threads) и многопоточное выполнение программ (multi-threading)</b>	139
Введение	139
Однопоточные и многопоточные процессы	139
История многопоточности	140
Пользовательские потоки и потоки ядра. Модели многопоточности	141
Проблемы многопоточности	143
Потоки POSIX (Pthreads)	144
Потоки и процессы в Solaris	146
Потоки в Windows 2000	147
Потоки в Linux	148
Потоки в Java	148
Краткие итоги	148
Набор для практики	149
<b>Лекция II. Стратегии и критерии диспетчеризации процессов</b>	151
Введение	151

Основные понятия диспетчеризации процессов	151
Планировщик процессора	152
Собственно диспетчер процессор	153
Критерии диспетчеризации	153
Стратегия First-Come-First-Served (FCFS)	153
Стратегия Shortest Job First (SJF)	154
Предсказание длины следующего периода активности	156
Диспетчеризация по приоритетам	157
Стратегия Round Robin (RR)	157
Многоуровневая очередь	159
Многоуровневые аналитические очереди	160
Планирование загрузки многопроцессорных систем	160
Планирование загрузки процессоров в системах реального времени	160
Планирование в Solaris	161
Планирование в Windows 2000	162
Краткие итоги	162
Набор для практики	163
<b>Лекция 12. Методы синхронизации процессов</b>	166
Введение	166
История синхронизации	166
Анализ проблемы «производитель—потребитель» с точки зрения синхронизации по общему буферу	166
Синхронизация процессов по критическим секциям	168
Алгоритм решения проблемы критической секции	169
Алгоритм булочной (bakery algorithm)	171
Синхронизация на основе аппаратной поддержки атомарных операций	171
Синхронизация на основе общих семафоров	173
Реализация семафоров	174
Семафоры как общее средство синхронизации	174
Общие и двоичные семафоры	175
Вариант операции wait (S) для системных процессов («Эльбрус»)	175
Реализация общего семафора с помощью двоичных семафоров	175
Решение классических задач синхронизации с помощью семафоров	
Задача «ограниченный буфер»	176
Решение с помощью семафоров задачи «читатели-писатели»	177
Решение с помощью семафоров задачи «обедающие философы»	179
Критические области	180
Решение с помощью критических областей задачи «ограниченный буфер»	180

Схема реализации критических областей с помощью семафоров . . . . .	181
Мониторы . . . . .	181
Решение задачи «обедающие философы» с помощью мониторов . . . . .	183
Реализация мониторов с помощью семафоров . . . . .	184
Синхронизация в ОС Solaris . . . . .	186
Синхронизация в Windows 2000 . . . . .	186
Краткие итоги . . . . .	186
Набор для практики . . . . .	188
Литература . . . . .	191
<b>Лекция 13. Тупики (deadlock), методы предотвращения и обнаружения</b>	
тупиков . . . . .	192
Введение . . . . .	192
Проблема тупиков . . . . .	192
Модель системы. . . . .	192
Граф распределения ресурсов . . . . .	193
Поиск тупиков по графу распределения ресурсов . . . . .	194
Методы обработки тупиков. . . . .	196
Предотвращение тупиков . . . . .	196
Избежание тупиков . . . . .	196
Краткие итоги . . . . .	197
Набор для практики . . . . .	198
<b>Лекция 14. Алгоритм банкира . . . . .</b>	200
Введение . . . . .	200
Безопасное состояние системы . . . . .	200
Модифицированный вариант графа распределения ресурсов для стратегии избежания тупиков . . . . .	201
Принципы алгоритма банкира . . . . .	202
Структуры данных для алгоритма банкира . . . . .	202
Алгоритм проверки состояния системы на безопасность . . . . .	203
Алгоритм запроса ресурсов для процесса P: — основная часть алгоритма банкира . . . . .	204
Пример использования алгоритма банкира . . . . .	204
Методы обнаружения тупиков . . . . .	205
Граф wait-for . . . . .	205
Обнаружение тупиков для случая ресурсов с множественными экземплярами . . . . .	206
Алгоритм обнаружения тупиков . . . . .	206
Пример применения алгоритма обнаружения тупиков . . . . .	207
Использование алгоритма обнаружения тупиков . . . . .	208

Восстановление после тупика . . . . .	208
Комбинированный подход к обработке тупиков . . . . .	208
Краткие итоги . . . . .	209
Набор для практики . . . . .	210
<b>Лекция 15. Управление памятью . . . . .</b>	<b>212</b>
Введение . . . . .	212
Основные положения размещения процессов в памяти . . . . .	212
Связывание программ и данных с адресами в памяти . . . . .	212
Многоэтапная обработка пользовательской программы . . . . .	213
Логическое и физическое адресное пространство . . . . .	215
Устройство управления памятью . . . . .	215
Динамическая загрузка и динамическая линковка . . . . .	216
Оверлейная структура программы . . . . .	217
Краткие итоги . . . . .	218
Набор для практики . . . . .	219
<b>Лекция 16. Страничная организация памяти . . . . .</b>	<b>221</b>
Введение . . . . .	221
Откачка и подкачка . . . . .	221
Смежное распределение памяти . . . . .	222
Общая задача распределения памяти и стратегии ее решения . . . . .	223
Фрагментация . . . . .	223
Страничная организация . . . . .	224
Реализация таблицы страниц. Использование ассоциативной памяти..	227
Оценка среднего времени доступа к памяти с использованием TLB. . . . .	228
Защита памяти . . . . .	289
Структура таблицы страниц. Иерархические таблицы страниц . . . . .	230
Хэшированные таблицы страниц . . . . .	231
Инвертированные таблицы страниц . . . . .	232
Разделяемые страницы . . . . .	233
Краткие итоги . . . . .	234
Набор для практики . . . . .	235
Литература . . . . .	236
<b>Лекция 17. Сегментная организация памяти . . . . .</b>	<b>237</b>
Введение . . . . .	237
Принципы сегментной организации памяти . . . . .	237
Архитектура сегментной организации памяти . . . . .	238
Пример сегментной организации памяти . . . . .	240
Пример использования разделяемых сегментов . . . . .	241



Сегментно-страничная организация памяти в системах MULTICS и «Эльбрус» . . . . .	241
Сегментно-страничная организация памяти в системе Intel 386 . . . . .	243
Краткие итоги . . . . .	244
Набор для практики . . . . .	244
Литература . . . . .	245
<b>Лекция 18. Виртуальная память</b> . . . . .	<b>246</b>
Введение . . . . .	246
Мотивировка концепции виртуальной памяти . . . . .	246
Страничная организация по требованию . . . . .	247
Обработка ситуации отсутствия страницы в памяти . . . . .	250
Отсутствие свободного фрейма. Оценка производительности стратегии обработки страниц по требованию . . . . .	251
Преимущества виртуальной памяти при создании процессов . . . . .	251
Проблема замещения страниц . . . . .	253
Алгоритмы замещения страниц . . . . .	255
Оптимальный алгоритм замещения страниц . . . . .	257
Алгоритм Least Recently Used (LRU) . . . . .	258
Алгоритмы, близкие к LRU . . . . .	259
Алгоритмы со счетчиком . . . . .	260
Выделение фреймов . . . . .	260
Thrashing . . . . .	261
Модель рабочего множества . . . . .	262
Страничная организация по требованию в Windows NT . . . . .	262
Страничная организация в Solaris . . . . .	263
Краткие итоги . . . . .	263
Набор для практики . . . . .	264
<b>Лекция 19. Системы файлов</b> . . . . .	<b>266</b>
Введение . . . . .	266
Понятие файла . . . . .	266
Структура файла . . . . .	267
Атрибуты файла . . . . .	267
Операции над файлами . . . . .	268
Типы файлов - имена и расширения . . . . .	269
Методы доступа к файлам . . . . .	270
Директории . . . . .	272
Особенности системы файлов в «Эльбрусе» . . . . .	272
Типичная организация файловой системы . . . . .	273
Операции над директориями . . . . .	273

Логическая организация директорий .....	275
Монтирование файловых систем .....	279
Общий доступ к файлам .....	280
Защита файлов .....	281
Реализация файловых систем .....	281
Структура файловой системы .....	282
Системные структуры в памяти для управления файловой системой...	283
Краткие итоги .....	283
Набор для практики .....	285
<b>Лекция 20. Виртуальные файловые системы (VFS). Реализация файловых систем. Сетевая файловая система NFS .....</b>	<b>287</b>
Введение .....	287
Виртуальные файловые системы .....	287
Реализация директорий .....	288
Методы размещения файлов. Смежное размещение .....	288
Файловые системы, основанные на расширениях .....	288
Ссылочное размещение файла .....	289
Индексируемое размещение .....	291
Управление свободной внешней памятью .....	293
Эффективность и производительность дисковой памяти .....	294
Кэширование диска. Буферная кэш-память .....	294
Проблемы восстановления файлов. Файловые системы с журналом транзакций .....	296
Сетевая файловая система NFS .....	296
Краткие итоги .....	300
Набор для практики .....	301
<b>Лекция 21. Системы ввода-вывода .....</b>	<b>303</b>
Введение .....	303
Аппаратура ввода-вывода .....	303
Основные концепции .....	304
Опрос устройств .....	306
Прерывания .....	306
Ввод-вывод с прямым доступом к памяти (DMA) .....	308
Программный интерфейс ввода-вывода .....	309
Блочные и символьные устройства .....	311
Сетевые устройства .....	311
Часы и таймеры .....	312
Блокируемый (синхронный) и неблокируемый (асинхронный) ввод-вывод .....	312
Подсистема ввода-вывода в ядре ОС .....	312

Структуры данных для ввода-вывода в ядре ОС . . . . .	313
Жизненный цикл запроса на ввод-вывод . . . . .	313
Производительность ввода-вывода . . . . .	314
Краткие итоги. . . . .	316
Набор для практики. . . . .	318
<b>Лекция 22. Сети и сетевые структуры . . . . .</b>	<b>320</b>
Введение. . . . .	320
Распределенные системы. Мотивация сетей. . . . .	320
Сетевые и распределенные операционные системы. . . . .	321
Сетевые топологии. . . . .	322
Типы сетей. Локальные сети. . . . .	323
Глобальные и региональные сети. . . . .	324
Проблема организации коммуникаций по сети. . . . .	325
Стратегии маршрутизации. . . . .	325
Стратегии соединения и разрешение коллизий. Сети с кольцевой топологией. . . . .	326
Краткие итоги. . . . .	327
Набор для практики. . . . .	328
<b>Лекция 23. Классические и современные сетевые коммуникационные протоколы . . . . .</b>	<b>330</b>
Введение. . . . .	330
Протоколы коммуникации. Модель ISO. . . . .	330
Сети Ethernet . . . . .	333
Протокол TCP/IP. IP-адреса . . . . .	333
Устойчивость сетей к ошибкам — обнаружение ошибок и реконфигурация сетей. . . . .	334
Проектирование сетей. . . . .	335
Функционирование Ethernet-сетей. . . . .	336
Некоторые современные сетевые протоколы. Протокол GPRS. . . . .	337
Семейство протоколов Wi-Fi (IEEE 802.11x). . . . .	338
Обмен мгновенными сообщениями (Instant Messaging and Presence)... . . . .	338
Краткие итоги. . . . .	339
Набор для практики. . . . .	340
<b>Лекция 24. Безопасность операционных систем и сетей. Trustworthy Computing . . . . .</b>	<b>342</b>
Введение. . . . .	342
Проблема безопасности. . . . .	342
Аутентификация. . . . .	343
Программные угрозы (атаки). . . . .	343

Системные угрозы (атаки) . . . . .	344
Типы сетевых атак . . . . .	345
Trustworthy Computing (TWC) Initiative . . . . .	345
Принципы разработки безопасных программных продуктов . . . . .	346
Классификация угроз и атак (STRIDE) . . . . .	348
Оценка атак на программное обеспечени . . . . .	348
Борьба с атаками . . . . .	348
Брандмауэр . . . . .	349
Обнаружение попыток взлома . . . . .	350
Криптография . . . . .	350
Уровни безопасности компьютеров . . . . .	351
Безопасность в Windows NT . . . . .	351
Безопасность в .NET . . . . .	352
Краткие итоги . . . . .	352
Набор для практики . . . . .	354
Литература . . . . .	355
<b>Лекция 25. Обзор архитектуры и возможностей системы Linux: архитектура, ядро, распространение и лицензирование, принципы проектирования, управление процессами . . . . .</b>	<b>356</b>
Введение . . . . .	356
История Linux . . . . .	356
Ядро Linux . . . . .	357
Современное состояние Linux, дистрибутивы и лицензирование . . . . .	357
Принципы проектирования и компоненты системы Linux . . . . .	359
Загружаемые модули ядра Linux . . . . .	359
Управление процессами в Linux . . . . .	361
Планирование задач ядра и синхронизация в ядре . . . . .	362
Краткие итоги . . . . .	364
Набор для практики . . . . .	365
<b>Лекция 26. Обзор архитектуры и возможностей системы Linux: управление памятью, ресурсами, файловые системы, драйверы устройств, сети, безопасность . . . . .</b>	<b>367</b>
Введение . . . . .	367
Управление физической памятью в Linux . . . . .	367
Виртуальная память в Linux . . . . .	368
Исполнение и загрузка пользовательских программ в Linux . . . . .	369
Системы файлов Linux . . . . .	370
Ввод и вывод в Linux . . . . .	373
Взаимодействие процессов в Linux . . . . .	374
Структура сети в Linux . . . . .	375

Безопасность в Linux .....	375
Развитие и использование Linux .....	376
Краткие итоги .....	376
Набор для практики .....	377
Литература .....	378
<b>Лекция 27. Обзор архитектуры и возможностей систем Windows 2000/XP/ 2003/Vista/2008/7.....</b>	<b>379</b>
Введение .....	379
Система Windows 2000 .....	379
История Windows .....	380
Принципы проектирования Windows 2000 .....	381
Архитектура Windows 2000 .....	382
Ядро Windows 2000 .....	382
Обработка прерываний в ядре .....	384
Исполнительная подсистема (executive) ОС Windows 2000 .....	385
Подсистемы окружения в Windows 2000 .....	389
Краткие итоги .....	389
Набор для практики .....	390
<b>Лекция 28. Системные механизмы Windows .....</b>	<b>393</b>
Введение .....	393
Система файлов Windows .....	393
Сетевые средства Windows .....	396
Программный интерфейс Windows. Доступ к объектам ядра .....	399
Программный интерфейс Windows: управление процессами .....	399
Управление виртуальной и физической памятью и рабочими наборами в Windows .....	400
Краткие итоги .....	403
Набор для практики .....	404
<b>Лекция 29. Академическая программа Microsoft Shared Source Initiative. Открытое ядро Windows для изучения и исследований (Windows Research Kernel).....</b>	<b>406</b>
Введение .....	406
Академическая программа Microsoft Shared Source Initiative .....	406
Портал Codeplex .....	407
Академическая программа Microsoft Windows Academic Program .....	408
Компоненты академической программы Windows .....	409
Пакет учебных ресурсов CRK .....	409
Исследовательское ядро Windows Research Kernel .....	410
Проект ProjectOZ .....	411

Контактная информация и ссылки . . . . .	412
Краткие итоги . . . . .	412
Набор для практики . . . . .	413
Литература . . . . .	414
<b>Лекция 30. ОС для мобильных устройств. Windows Mobile . . . . .</b>	<b>415</b>
Введение . . . . .	415
Особенности ОС для мобильных устройств . . . . .	415
Рынок ОС для мобильных устройств . . . . .	416
Windows Mobile . . . . .	416
Symbian OS . . . . .	418
Google Android . . . . .	418
BlackBerry OS . . . . .	419
Перспективы ОС для мобильных устройств . . . . .	420
Краткие итоги . . . . .	421
Набор для практики . . . . .	422
<b>Лекция 31. ОС для облачных вычислений (cloud computing). . . . .</b>	<b>424</b>
Windows Azure . . . . .	424
Введение . . . . .	424
Элементы концепции и архитектуры облачных вычислений . . . . .	424
Windows Azure . . . . .	426
Краткие итоги . . . . .	429
Набор для практики . . . . .	430
Литература . . . . .	431
<b>Лекция 32. Перспективы операционных систем и сетей . . . . .</b>	<b>432</b>
Введение . . . . .	432
Операционные системы других крупных фирм . . . . .	432
Solaris . . . . .	432
MacOS . . . . .	433
HP-UX . . . . .	433
Современные тенденции в развитии ОС . . . . .	434
Новые ОС семейства Windows . . . . .	435
Новые тенденции в развитии ОС. Проект Midori . . . . .	435
Графические оболочки ОС . . . . .	436
Поддержка параллельных вычислений . . . . .	436
Развитие беспроводных сетей . . . . .	436
Перспективы развития ОС . . . . .	437
Краткие итоги . . . . .	437
Набор для практики . . . . .	439

Заключение .....	441
<b>Лабораторные работы</b> .....	<b>442</b>
№ 1. Практическое изучение системы Windows XP .....	442
№ 2. Практическое изучение системы Windows Vista .....	452
№ 3. Практическое изучение системы Windows Server 2008 .....	463
№ 4. Практическое изучение системы Windows 7 .....	479
№ 5. Практическое изучение системы Windows Mobile .....	493
№ 6. Практическое изучение Windows Azure .....	500
№ 7. Практическое изучение Windows Research Kernel .....	512
№ 8. Практическое изучение системы Linux .....	520
Глоссарий .....	531
Список сокращений .....	565
Предметный указатель .....	568
Список литературы .....	583