

Аннотация к лекциям

В. Карпов, В. Коньков "Основы операционных систем"

В курсе описаны фундаментальные принципы проектирования и реализации операционных систем.

Курс базируется на семестровом курсе «Введение в операционные системы», читаемом авторами в МФТИ и может рассматриваться как учебник для студентов, специализирующихся в области информатики. Курс включает теоретические главы, а также обширный иллюстрационный материал, позволяющий ознакомиться с отдельными аспектами функционирования операционных систем на практике. Теоретическая часть состоит из 16 лекций. Она имеет традиционное построение и содержит следующие разделы: введение, понятие и реализация процессов, взаимодействие процессов, проблемы взаимоблокировок, организация памяти, структура файловой системы, описание системы ввода-вывода, сети и безопасность операционных систем. Большинство разделов состоит из нескольких тематически связанных глав. В курсе много иллюстраций. В конце каждой теоретической главы перечисляются наиболее важные концепции и идеи, приводятся наборы тестов, которые могут быть использованы для самоконтроля. Материалы практических занятий дополняют лекционный курс и используются для иллюстрации реализации теоретических положений на примере операционной системы UNIX. На практике рассматриваются организация процессов, различные способы их взаимодействия, устройство файловой системы, системы ввода-вывода, начала сетевого программирования. Текст, размещенный в практической части курса, содержит многочисленные ссылки на лекционный материал.

Лекция 1

Введение

В данной лекции вводится понятие операционной системы; рассматривается эволюция развития операционных систем; описываются функции операционных систем и подходы к построению операционных систем.

-
- **Что такое операционная система**
 - Структура вычислительной системы
 - Что такое ОС
 - Операционная система как виртуальная машина
 - Операционная система как менеджер ресурсов
 - Операционная система как защитник пользователей и программ
 - Операционная система как постоянно функционирующее ядро
 - Краткая история эволюции вычислительных систем
 - Первый период (1945–1955 гг.). Ламповые машины. Операционных систем нет
 - Второй период (1955 г.–начало 60–х). Компьютеры на основе транзисторов. Пакетные операционные системы
 - Третий период (начало 60–х – 1980 г.). Компьютеры на основе интегральных микросхем. Первые многозадачные ОС
 - Четвертый период (с 1980 г. по настоящее время).

Персональные компьютеры. Классические, сетевые и распределенные системы

- Основные понятия, концепции ОС
 - Системные вызовы
 - Прерывания
 - Исключительные ситуации
 - Файлы
 - Процессы, нити
 - Архитектурные особенности ОС
 - Монолитное ядро
 - Многоуровневые системы (Layered systems)
 - Виртуальные машины
 - Микроядерная архитектура
 - Смешанные системы
- Классификация ОС

Лекция 2

Процессы

В лекции описывается основополагающее понятие процесса, рассматриваются его состояния, модель представления процесса в операционной системе и операции, которые могут выполняться над процессами операционной системой.

-
- Понятие процесса
- Состояния процесса
- Операции над процессами и связанные с ними понятия
 - Набор операций
 - Process Control Block и контекст процесса
 - Одноразовые операции
 - Многократные операции
 - Переключение контекста

Заключение

Лекция 3

Планирование процессов

В этой лекции рассматриваются вопросы, связанные с различными уровнями планирования процессов в операционных системах. Описываются основные цели и критерии планирования, а также параметры, на которых оно основывается. Приведены различные алгоритмы планирования.

-
- Уровни планирования
- Критерии планирования и требования к алгоритмам
- Параметры планирования
- Вытесняющее и невытесняющее планирование
- Алгоритмы планирования
 - First-Come, First-Served (FCFS)
 - Round Robin (RR)
 - Shortest-Job-First (SJF)
 - Гарантированное планирование
 - Приоритетное планирование

- Многоуровневые очереди (Multilevel Queue)
- Многоуровневые очереди с обратной связью (Multilevel Feedback Queue)

Заключение

Лекция 4

Кооперация процессов и основные аспекты ее логической организации

Одной из функций операционной системы является обеспечение санкционированного взаимодействия процессов. Лекция посвящена основам логической организации такого взаимодействия. Рассматривается расширение понятия процесс – нить исполнения (thread).

-
- **Взаимодействующие процессы**
- **Категории средств обмена информацией**
- **Логическая организация механизма передачи информации**
 - Как устанавливается связь?
 - Информационная валентность процессов и средств связи
 - Особенности передачи информации с помощью линий связи
 - Буферизация
 - Поток ввода/вывода и сообщения
 - Надежность средств связи
 - Как завершается связь?

Нити исполнения

Лекция 5

Алгоритмы синхронизации

Для корректного взаимодействия процессов недостаточно одних организационных усилий операционной системы. Необходимы определенные внутренние изменения в поведении процессов. В настоящей лекции рассматриваются вопросы, связанные с такими изменениями, приводятся программные алгоритмы корректной организации взаимодействия процессов.

-
- **Interleaving, race condition и взаимоисключения**
- **Критическая секция**
- **Программные алгоритмы организации взаимодействия процессов**
 - Требования, предъявляемые к алгоритмам
 - Запрет прерываний
 - Переменная-замок
 - Строгое чередование
 - Флаги готовности
 - Алгоритм Петерсона
 - Алгоритм булочной (Bakery algorithm)
 - Аппаратная поддержка взаимоисключений
 - Команда Test-and-Set (проверить и присвоить 1)

Команда Swap (обменять значения)

Лекция 6

Механизмы синхронизации

Для повышения производительности вычислительных систем и облегчения задачи программистов существуют специальные механизмы синхронизации. Описание некоторых из них – семафоров Дейкстры, мониторов Хора, очередей сообщений – приводится в этой лекции.

- **Семафоры**
 - Концепция семафоров
 - Решение проблемы producer–consumer с помощью семафоров
 - **Мониторы**
 - **Сообщения**
 - **Эквивалентность семафоров, мониторов и сообщений**
 - Реализация мониторов и передачи сообщений с помощью семафоров
 - Реализация семафоров и передачи сообщений с помощью мониторов
- Реализация семафоров и мониторов с помощью очередей сообщений

Лекция 7

Тупики

В лекции рассматриваются вопросы взаимоблокировок, тупиковых ситуаций и "зависаний" системы

- **Введение**
 - **Условия возникновения тупиков**
 - **Основные направления борьбы с тупиками**
 - **Игнорирование проблемы тупиков**
 - **Способы предотвращения тупиков**
 - Способы предотвращения тупиков путем тщательного распределения ресурсов. Алгоритм банкира
 - Предотвращение тупиков за счет нарушения условий возникновения тупиков
 - Нарушение условия взаимоисключения
 - Нарушение условия ожидания дополнительных ресурсов
 - Нарушение принципа отсутствия перераспределения
 - Нарушение условия кругового ожидания
 - Обнаружение тупиков
- Восстановление после тупиков

Лекция 8

Организация памяти компьютера. Простейшие схемы управления памятью

В настоящей лекции рассматриваются простейшие способы управления памятью в ОС. Физическая память компьютера имеет иерархическую структуру. Программа представляет собой набор сегментов в логическом адресном пространстве. ОС осуществляет связывание логических и физических адресных пространств.

- **Физическая организация памяти компьютера**
 - Локальность
- **Логическая память**
- **Связывание адресов**
- **Функции системы управления памятью**

- Простейшие схемы управления памятью
 - Схема с фиксированными разделами
 - Один процесс в памяти
 - Оверлейная структура
 - Динамическое распределение. Свопинг
 - Схема с переменными разделами
 - Страничная память
- Сегментная и сегментно–страничная организация памяти

Лекция 9

Виртуальная память. Архитектурные средства поддержки виртуальной памяти

Рассмотрены аппаратные особенности поддержки виртуальной памяти. Разбиение адресного пространства процесса на части и динамическая трансляция адреса позволили выполнять процесс даже в отсутствие некоторых его компонентов в оперативной памяти. Следствием такой стратегии является возможность выполнения больших программ, размер которых может превышать размер оперативной памяти.

- Понятие виртуальной памяти
- Архитектурные средства поддержки виртуальной памяти
 - Страничная виртуальная память
 - Сегментно–страничная организации виртуальной памяти
 - Структура таблицы страниц
 - Ассоциативная память
 - Инвертированная таблица страниц

Размер страницы

Лекция 10

Аппаратно–независимый уровень управления виртуальной памятью

Большинство ОС используют сегментно–страничную виртуальную память. Для обеспечения нужной производительности менеджер памяти ОС старается поддерживать в оперативной памяти актуальную информацию, пытаясь угадать, к каким логическим адресам последует обращение в недалеком будущем.

-
- Исключительные ситуации при работе с памятью
- Стратегии управления страничной памятью
- Алгоритмы замещения страниц
 - Алгоритм FIFO. Выталкивание первой пришедшей страницы
 - Аномалия Билэди (Belady)
 - Оптимальный алгоритм (OPT)
 - Выталкивание дольше всего не использовавшейся страницы. Алгоритм LRU
 - Выталкивание редко используемой страницы. Алгоритм NFU
 - Другие алгоритмы
- Управление количеством страниц, выделенных процессу. Модель рабочего множества
 - Трешинг (Thrashing)
 - Модель рабочего множества
- Страничные демоны

- Программная поддержка сегментной модели памяти процесса
- Отдельные аспекты функционирования менеджера памяти

Лекция 11

Файлы с точки зрения пользователя

В настоящей лекции вводится понятие и рассматриваются основные функции и интерфейс файловой системы.

- - Общие сведения о файлах
 - Имена файлов
 - Типы файлов
 - Атрибуты файлов
 - Организация файлов и доступ к ним
 - Последовательный файл
 - Файл прямого доступа
 - Другие формы организации файлов
 - Операции над файлами
 - Директории. Логическая структура файлового архива
 - Разделы диска. Организация доступа к архиву файлов.
 - Операции над директориями
 - Защита файлов
 - Контроль доступа к файлам
- Списки прав доступа

Лекция 12

Реализация файловой системы

Реализация файловой системы связана с такими вопросами, как поддержка понятия логического блока диска, связывания имени файла и блоков его данных, проблемами разделения файлов и управления дисковым пространством.

-
- Общая структура файловой системы
- Управление внешней памятью
 - Методы выделения дискового пространства
 - Выделение непрерывной последовательностью блоков
 - Связный список
 - Таблица отображения файлов
 - Индексные узлы
 - Управление свободным и занятым дисковым пространством
 - Учет при помощи организации битового вектора
 - Учет при помощи организации связного списка
 - Размер блока
 - Структура файловой системы на диске
- Реализация директорий
 - Примеры реализации директорий в некоторых ОС
 - Директории в ОС MS-DOS
 - Директории в ОС Unix
 - Поиск в директории
 - Линейный поиск
 - Хеш-таблица

- Другие методы поиска
- Монтирование файловых систем
- Связывание файлов
- Кооперация процессов при работе с файлами
 - Примеры разрешения коллизий и тупиковых ситуаций
- Надежность файловой системы
 - Целостность файловой системы
 - Порядок выполнения операций
 - Журнализация
 - Проверка целостности файловой системы при помощи утилит
 - Управление "плохими" блоками
- Производительность файловой системы

Лекция 13

Система управления вводом-выводом

В лекции рассматриваются основные физические и логические принципы организации ввода-вывода в вычислительных системах.

Физические принципы организации ввода-вывода

- Общие сведения об архитектуре компьютера
- Структура контроллера устройства
- Опрос устройств и прерывания. Исключительные ситуации и системные вызовы
- Прямой доступ к памяти (Direct Memory Access – DMA)
- Логические принципы организации ввода-вывода
 - Структура системы ввода-вывода
- Систематизация внешних устройств и интерфейс между базовой подсистемой ввода-вывода и драйверами
- Функции базовой подсистемы ввода-вывода
 - Блокирующиеся, неблокирующиеся и асинхронные системные вызовы
 - Буферизация и кэширование
 - Spooling и захват устройств
 - Обработка прерываний и ошибок
 - Планирование запросов
- Алгоритмы планирования запросов к жесткому диску
 - Строение жесткого диска и параметры планирования
 - Алгоритм First Come First Served (FCFS)
 - Алгоритм Short Seek Time First (SSTF)

Алгоритмы сканирования (SCAN, C-SCAN, LOOK, C-LOOK)

Лекция 14

Сети и сетевые операционные системы

В лекции рассматриваются особенности взаимодействия процессов, выполняющихся на разных операционных системах, и вытекающие из этих особенностей функции сетевых частей операционных систем.

-
- Для чего компьютеры объединяют в сети
- Сетевые и распределенные операционные системы
- Взаимодействие удаленных процессов как основа работы вычислительных сетей
- Основные вопросы логической организации передачи информации между

удаленными процессами

- Понятие протокола
- Многоуровневая модель построения сетевых вычислительных систем
- Проблемы адресации в сети
 - Одноуровневые адреса
 - Двухуровневые адреса
 - Удаленная адресация и разрешение адресов
 - Локальная адресация. Понятие порта
 - Полные адреса. Понятие сокета (socket)
- Проблемы маршрутизации в сетях
- Связь с установлением логического соединения и передача данных с помощью сообщений

Синхронизация удаленных процессов

Лекция 15

Основные понятия информационной безопасности

Рассмотрены подходы к обеспечению безопасности информационных систем. Ключевые понятия информационной безопасности: конфиденциальность, целостность и доступность информации, а любое действие, направленное на их нарушение, называется угрозой. Основные понятия информационной безопасности регламентированы в основополагающих документах. Существует несколько базовых технологий безопасности, среди которых можно выделить криптографию.

-
- Угрозы безопасности
- Формализация подхода к обеспечению информационной безопасности
- Криптография как одна из базовых технологий безопасности ОС
 - Шифрование с использованием алгоритма RSA

Теорема Эйлера

Лекция 16

Защитные механизмы операционных систем

Решение вопросов безопасности операционных систем обусловлено их архитектурными особенностями и связано с правильной организацией идентификации и аутентификации, авторизации и аудита.

-
- Идентификация и аутентификация
 - Пароли, уязвимость паролей
 - Шифрование пароля
- Авторизация. Разграничение доступа к объектам ОС
 - Домены безопасности
 - Матрица доступа
 - Список прав доступа. Access control list
 - Мандаты возможностей. Capability list
 - Другие способы контроля доступа
 - Смена домена
 - Недопустимость повторного использования объектов
- Выявление вторжений. Аудит системы защиты
- Анализ некоторых популярных ОС с точки зрения их защищенности
 - MS-DOS
 - NetWare, IntranetWare

- OS/2
 - Unix
- Windows NT/2000/XP