**Программа учебной дисциплины «****Конструирование ядра операционных систем»**

Утверждена

Академическим советом ООП

Протокол № от «\_\_»\_\_\_\_\_20\_\_ г.

|  |  |
| --- | --- |
| Автор | Хорошилов Алексей Владимирович |
| Число кредитов |  |
| Контактная работа (час.) | 64 |
| Самостоятельная работа (час.) | 64 |
| Курс | 1 курс магистратуры |
| Формат изучения дисциплины | без использования онлайн курса |

1. **ЦЕЛЬ, РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРЕРЕКВИЗИТЫ**

Целью освоения дисциплины является овладение студентами основных принципов внутреннего устройства ядра операционных систем и механизмов аппаратной поддержки работы ядра.

В результате освоения дисциплины студент должен:

**знать:**

- принципы внутреннего устройства ядра операционных системы;

- механизмы аппаратной поддержки работы ядра;

- механизмы обеспечения защиты ядра операционной системы от приложений и приложений друг от друга;

- методы управления и распределения аппаратными ресурсам;

- методы и средства виртуализации аппаратных ресурсов.

**уметь:**

- проектировать компоненты ядра операционной системы;

- программировать на языке Си и на языке ассемблера с использованием привилегированных инструкций процессора;

- отлаживать программы, работающие в привилегированном режиме работы процессора.

**владеть:**

- навыками самостоятельной работы с документацией по архитектуре и машинным инструкциям процессора;

- навыками разработки и отладки программ, работающих в привилегированном режиме работы процессора.

Изучение дисциплины «Конструирование ядра операционных систем» базируется на следующих дисциплинах:

- «Программирование»,

- «Операционные системы».

Для освоения учебной дисциплины студенты должны владеть следующими знаниями и компетенциями:

* знать основные принципы работы ЭВМ;
* знать простейшие методы разработки алгоритмов;
* обладать навыками программирования на языке Си.

1. **СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Тема 1.** Введение. Карта физической памяти x86. Процесс загрузки и инициализации персональных ЭВМ архитектуры x86. Задачи, решаемые BIOS, инициализация основных устройств. Функции загрузчика. Загрузка ядра. Эмулятор ЭВМ Qemu.

**Тема 2.** Виды архитектур ядра ОС. Монолитные и микроядерные архитектуры. Устройство ядра JOS.

**Тема 3.** Описатели процессов в JOS. Создание процессов в JOS, загрузка приложений в память из бинарных секций образа ядра. Переключение контекстов. Кооперативное разделение времени. Примитивный планировщик FIFO без приоритетов.

**Тема 4.** Прерывания в x86. Инициализация IDT. Обработка прерываний таймера. Вытесняющее разделение времени. Примитивный планировщик Round Robin без приоритетов. Обзор алгоритмов планирования процессорного времени.

**Тема 5.** Обработка вложенных прерываний в x86. Средства синхронизации, состояние гонок, состояния взаимных блокировок. Запрет прерываний, спинлоки, мьютексы, семафоры. Read-Copy-Update.

**Тема 6.** Управление распределением физических страниц. Виртуальная память. Сегментная и страничная трансляция x86. Таблицы трансляции.

**Тема 7.** Переключение между режимами работы процессора. Прерывания и системные вызовы. AMD syscall/sysreturn и Intel sysenter/sysexit. Выполнение системных вызовов без переключения в привелигерованный режим (VDSO - Virtual Dynamically linked Shared Objects).

**Тема 8.** Управление процессами. Системные вызовы fork() и exec(). Механизмы межпроцессного взаимодействия. Обзор механизмов межпроцессного взаимодействия в ОС Linux (сигналы, разделяемая память, семафоры, очереди сообщений, программные каналы, сетевые интерфейсы, взаимодействие на основе файловых систем, KDBUS).

**Тема 9.** Файловые системы. Основные задачи файловых систем. Организации работы файловых систем в ОС Linux: VFS, драйвера файловых систем, bio, кэширование. Обзор современных файловых систем ОС Linux (ext4, btrfs, XFS, jffs2, f2fs). Примитивная файловая система JOS. Реализация системных вызовов open(), close(), read(), write(), exec().

1. **ОЦЕНИВАНИЕ**

## Критерии оценки знаний, навыков

В рамках курса слушателям предлагается выполнить 12 лабораторных работ. Каждая лабораторная работа сдаётся преподавателю или ассистенту посредством демонстрации результатов и устного ответа на вопросы. За сдачу лабораторных работ в срок начисляются баллы (максимум 33 балла). Домашняя работа заключается в выполнении индивидуального задания, которое можно получить после сдачи 9-ой лабораторной работы (максимум 42 балла). Оценка за экзамен выставляется по 25-ти балльной шкале.

## Порядок формирования оценок по дисциплине

Оценка по курсу состоит из оценки за выполнение лабораторных работ *Олаб* (33 балла), домашней работы (42 балла) и оценки за итоговый устный экзамен (25 баллов). В диплом выставляется результирующая оценка по учебной дисциплине, которая формируется по следующей формуле:

*Орезульт = 0,1\*Олаб + 0,1*\**Одом* + *0,1*\**Оэкз*

1. **ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**Тематика заданий текущего контроля.

# 1. Процесс загрузки и инициализации персональных ЭВМ архитектуры x86. Функции загрузчика. Загрузка ядра JOS.

# 2. Переключение контекстов. Кооперативное разделение времени.

# 3. Прерывания в x86. Инициализация таблицы дескриптеров прерываний IDT.

# 4. Обработка прерываний таймера. Вытесняющее разделение времени. Алгоритмы планирования процессорного времени.

# 5. Обработка вложенных прерываний в x86. Средства синхронизации, состояние гонок, взаимные блокировки. Запрет прерываний, спинлоки, мьютексы, семафоры. Read-Copy-Update.

# 6. Виртуальная память. Модели организации оперативной памяти. Сегментная и страничная трансляция x86. Таблицы трансляции.

# 7. Переключение между режимами работы процессора. Прерывания и системные вызовы. Выполнение системных вызовов без переключения в привилегированный режим.

# 8. Аппаратно-программные средства поддержки мультипрограммного режима – система прерываний, защита памяти, привилегированный режим.

# 9. Файловые системы. Основные задачи файловых систем.

# Примеры контрольных вопросов для экзамена.

# 1. Как обеспечивается защита памяти приложений друг от друга? других ресурсов? Как обеспечивается взаимодействие приложений друг с другом?

# 2. Как обеспечивается защита памяти ОС от приложений? других ресурсов? Как обеспечивается взаимодействие приложений с ОС?

# 3. Что такое системный вызов? Какими способами можно реализовать этот механизм?

# 4. Как возможно выполнить системный вызов без переключения в привилегированный режим?

# 5. Какие средства синхронизации применяются в операционных системах?

# 6. Как происходит переключение процессов? Как передается управление от процесса к ядру, от ядра к процессу?

# 7. Как процессор транслирует виртуальные адреса в физические? Каким образом ядро контролирует этот процесс?

1. **РЕСУРСЫ**
   1. **Основная литература**
   2. Д.В. Ефремов, Н.Ю. Комаров, А.В. Хорошилов. "Конструирование ядра операционной системы", Издательский отдел факультета ВМК МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва, 2015. ISBN: 978-5-89407-549-5
   3. **Дополнительная литература**
2. Операционная система UNIX: Пособие / Робачевский А., Немнюгин С.А., Стесик О.Л., - 2-е изд., перераб. и доп. - СПб:БХВ-Петербург, 2015. - 642 с. ISBN 978-5-9775-1428-6 - Режим доступа: http://znanium.com/catalog/product/939934
3. Операционная система Linux: Курс лекций [Электронный ресурс] : учебное пособие / Г. В. Курячий, К. А. Маслинский - 2-е изд., испр. - М.: ALT Linux; ДМК Пресс, 2010. - 348 с.: ил. - (Библиотека ALT Linux). - ISBN 978-5-94074-591-4. - Режим доступа: http://znanium.com/catalog/product/408518
4. Операционные системы. Основы UNIX: Учебное пособие / Вавренюк А.Б., Курышева О.К., Кутепов С.В. - М.:НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 184 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат) (Обложка) ISBN 978-5-16-010893-3 - Режим доступа: http://znanium.com/catalog/product/504874
   1. **Программное обеспечение**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **№ п/п** | **Наименование** | **Условия доступа** |
| 1. | Qemu | *Свободное программное обеспечение* |
| 2. | GNU Compiler Collection | *Свободное программное обеспечение* |
| 3. | Git | *Свободное программное обеспечение* |

* 1. **Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Учебные аудитории для лекционных занятий по дисциплине обеспечивают использование и демонстрацию тематических иллюстраций, соответствующих программе дисциплины в составе:

ПЭВМ с доступом в Интернет (операционная система, офисные программы, антивирусные программы).

Учебные аудитории для лабораторных и самостоятельных занятий по дисциплине оснащены ­­­­­­­­­­­­­­­­­­­­­­­­ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_, с возможностью подключения к сети Интернет и доступом к электронной информационно-образовательной среде НИУ ВШЭ.