

**БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**УТВЕРЖДАЮ**

Ректор Белорусского  
государственного университета

А.Д.Король

15 июля 2024 г.  
Регистрационный № 2206/б.



**ОПЕРАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ**

Учебная программа учреждения образования по учебной дисциплине для  
специальности:

**6-05-0533-12 Кибербезопасность**

«Онлайн-школу и Академию»  
УД (Белорусский государственный университет)  
(+375 29 25 10 01 влоготиф)

УД мэдээлэлийн институты  
(+375 29 82 00 94 влоготиф)

Руководитель А.Н.

Подпись

2024 г.

Учебная программа составлена на основе ОСВО 6-05-0533-12-2023, учебного плана БГУ №6-5.3-60/02 от 15.05.2023.

### **СОСТАВИТЕЛИ:**

**И.Е.Андрushкевич** – заведующий кафедрой многопроцессорных систем и сетей факультета прикладной математики и информатики Белорусского государственного университета, кандидат физико-математических наук, доцент;

**Т.В.Соболева** – доцент кафедры многопроцессорных систем и сетей факультета прикладной математики и информатики Белорусского государственного университета, кандидат физико-математических наук, доцент.

### **РЕЦЕНЗЕНТЫ:**

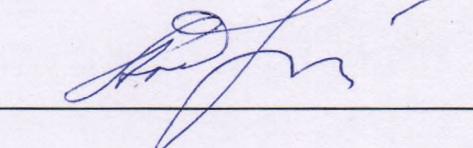
**А.В.Жерело** – начальник центра информационных технологий Белорусского государственного университета, кандидат физико-математических наук, доцент.

### **РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:**

Кафедрой многопроцессорных систем и сетей БГУ  
(протокол № 16 от 25.06.2024);

Научно-методическим советом БГУ  
(протокол № 9 от 28.06.2024)

Заведующий кафедрой



И.Е.Андрushкевич

## **ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА**

Учебная дисциплина «Операционные системы» знакомит студентов с принципами структурной организации и функциями операционных систем, а также программными средствами, предоставляемыми операционной системой для разработки приложений. При разработке программы по учебной дисциплине использованы современные методологии проектирования и разработки программ.

### **Цели и задачи учебной дисциплины**

**Цель учебной дисциплины** «Операционные системы» – изучение принципов организации и архитектуры различных операционных систем, планирования потоков и процессов, организации взаимодействия параллельных потоков и процессов, а также управления виртуальной памятью и файлами.

### **Задачи учебной дисциплины:**

1. Уметь проектировать эффективные алгоритмы решения поставленной задачи.

2. Уметь выбирать наиболее подходящие объекты для синхронизации потоков и процессов.

3. Использовать современные методы программирования, программные и технические средства его реализации и с учетом операционного окружения разрабатывать программные приложения, отвечающие современным требованиям и новейшим компьютерным технологиям.

**Место учебной дисциплины** в системе подготовки специалиста с высшим образованием.

Учебная дисциплина относится к модулю «Информатика и компьютерные системы» государственного компонента.

Учебная программа составлена с учетом межпредметных связей и программ по дисциплинам.

Основой для изучения учебной дисциплины являются дисциплины государственного компонента «Основы и методология программирования», «Промышленное программирование» модуля «Программирование». Знания, полученные в учебной дисциплине, используются при изучении дисциплины государственного компонента «Технологии программирования» модуля «Программирования», при выполнении студентами курсовых и дипломных работ.

### **Требования к компетенциям**

Освоение учебной дисциплины «Операционные системы» должно обеспечить формирование следующих универсальных и базовых профессиональных компетенций:

универсальные компетенции:

УК. Владеть основами исследовательской деятельности, осуществлять поиск, анализ и синтез информации.

УК. Решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе применения информационно-коммуникационных технологий.

**УК.** Осуществлять коммуникации на иностранном языке для решения задач межличностного и межкультурного взаимодействия.

**УК.** Быть способным к саморазвитию и совершенствованию в профессиональной деятельности.

**УК.** Проявлять инициативу и адаптироваться к изменениям в профессиональной деятельности.

**УК.** Работать в команде, толерантно воспринимать социальные, этнические, конфессиональные, культурные и иные различия.

**базовые профессиональные компетенции:**

**БПК.** Проектировать и разрабатывать реляционные базы данных средствами современных систем управления базами данных, применять знания в области принципов функционирования, архитектур и программных реализаций операционных систем для организации вычислительных процессов.

В результате освоения учебной дисциплины студент должен:

**знать:**

- базовые алгоритмы планирования потоков и процессов;
- базовые способы и модели синхронизации параллельных потоков и процессов;
- базовые способы передачи данных между параллельными процессами;
- базовые способы обнаружения и предотвращения тупиков, а также восстановление после тупика;
- принципы организации виртуальной памяти;

**уметь:**

- разрабатывать и программировать многопоточные приложения;
- организовывать взаимодействие параллельных процессов и потоков;
- управлять виртуальной памятью процесса;

**иметь навык:**

- владения методами и технологиями разработки многопоточных приложений на различных платформах;
- разработки системного программного обеспечения на платформах.

### **Структура учебной дисциплины**

Дисциплина изучается в 3-м семестре. В соответствии с учебным планом всего на изучение учебной дисциплины «Операционные системы» отведено для очной формы получения высшего образования – 108 часов, в том числе 68 аудиторных часов, лекции – 34 часа, лабораторные занятия – 34 часа. **Из них:**

лекции – 34 часа, лабораторные занятия – 30 часов, управляемая самостоятельная работа (УСР) – 4 часа.

Трудоемкость учебной дисциплины составляет 3 зачетные единицы.

Форма промежуточной аттестации – экзамен.

# **СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА**

## **Раздел 1. Базовые понятия**

### **Тема 1.1 Основные элементы компьютерной системы и их функции**

Процессор (central processing unit - CPU). Выполнение команд. Базовый цикл выполнения программы. Прерывания. Цикл команды с прерываниями. Передача управления через прерывание. Иерархия памяти. Кеш. Кеш и основная память. Структура кеша и основной памяти. Диски. Схема конструкции жесткого диска. Твердотельные накопители. Шина. Виртуальная память. Концепция виртуальной памяти. Адресация виртуальной памяти.

### **Тема 1.2 Структура и основные функции операционных систем**

Классификация ПО. Программное обеспечение ЭВМ. Системное ПО. Инструментальное ПО. Прикладное ПО. Операционная система (ОС). Оболочка. Графический пользовательский интерфейс. Место операционной системы в структуре программного обеспечения. Функции ОС. Поколения ОС. Классификация ОС. Структура ОС. Ядро ОС. Вспомогательные модули. Взаимодействие между ядром и вспомогательными модулями ОС. Архитектура операционной системы с ядром в привилегированном режиме. Системный вызов. Архитектура ОС, основанная на привилегированном ядре и приложениях пользовательского режима. Многослойная структура ядра ОС. Аппаратная зависимость и переносимость ОС. Микроядерная архитектура ОС. Архитектура Windows. Традиционная архитектура UNIX. Архитектура типичного современного ядра системы UNIX. Компоненты ядра Linux.

## **Раздел 2. Процессы**

### **Тема 2.1 Процессы и управление ими**

Концепция процесса. Понятие процесса. Управляющий блок процесса. Идентификатор. Состояние. Приоритет. Программный счетчик. Указатели памяти. Данные контекста. Информация о состоянии ввода-вывода. Учетная информация. След процесса. Составной след процессов. Модель процесса с двумя состояниями. Создание процессов. Порождение процесса (process spawning). Родительский процесс. Дочерний процесс. Завершение процессов. Модель процесса с пятью состояниями. Модель с использованием очередей. Приостановленные процессы. Свопинг. Описание процессов. Общая структура управляющих таблиц операционной системы. Таблицы памяти (memory tables). Таблицы ввода-вывода (IO tables). Таблицы файлов. Таблицы процессов. Структуры управления процессами. Образ процесса (process image). Типичные элементы управляющего блока процесса.

### **Тема 2.2 Управление процессами в ОС UNIX**

Состояния процессов в Unix. Процесс 0. Процесс 1. Элементы образа процесса: контекст пользовательского уровня, контекст регистров и контекст системного уровня. Элементы таблицы процессов в Unix. Пользовательская

область Unix. Описание процессов в Unix. Основные команды управления процессами.

## Раздел 3. Потоки

### Тема 3.1 Процессы и потоки

Поток (облегченный процесс) как единица диспетчеризации. Процесс как единица владения ресурсами. Многопоточность. Преимущества использования потоков. Модель процессов и потоков в Linux. Функциональность потоков. Состояния потоков. Типы потоков: пользовательские потоки, потоки на уровне ядра. Комбинированные подходы. Многоядерность и многопоточность. Управление процессами и потоками в Windows. Пул потоков. Волокно. Процессы Windows и их ресурсы. Маркер процесса. Объекты процессов и потоков.

### Тема 3.2 Управление процессами и потоками в Linux

Создание, планирование и мониторинг процессов. Идентификаторы процесса. Состояния процессов. Файловая система /proc. Алгоритмы обслуживания процессов. Потоки. Сравнение процесса и потока. Задания. Сигналы и управление процессами. Стандартные потоки и их перенаправление. Менеджер инициализации systemd и управление сервисами. Программируемый командный интерпретатор bash. Пользовательское окружение bash. Типы запуска командного интерпретатора. Конфигурационные файлы bash. Переменные интерпретатора bash. Внешние и встроенные команды. История команд и псевдонимы. Обработка командной строки в bash. Язык сценариев bash. Создание, запуск и завершение сценария bash. Позиционные параметры, константы и ограничения переменных. Ввод и вывод в сценариях bash. Регулярные и арифметические выражения. Калькулятор bash. Составные команды ветвления. Составные команды в виде циклов. Функции в языке интерпретатора bash. Управление сценариями и их отладка.

## Раздел 4. Параллельные вычисления и взаимодействие процессов

### Тема 4.1 Базовые концепции параллельных вычислений

Многозадачность. Многопроцессорность. Распределенные вычисления. Ключевые термины, связанные с параллельными вычислениями: атомарная операция; критический участок; взаимоблокировка; динамическая взаимоблокировка; взаимоисключение; состояние гонки; голодание.

Программный подход к взаимоисключению. Алгоритм Деккера. Алгоритм Петерсона. Принципы параллельных вычислений.

### Тема 4.2 Взаимодействие процессов

Взаимодействие процессов. Участие операционной системы. Конкуренция процессов в борьбе за ресурсы: необходимость взаимных исключений (mutual exclusion), критический ресурс, критический участок программы, взаимная блокировка (deadlock), голодание (starvation).

Сотрудничество процессов с применением совместного использования. Сотрудничество с использованием связи. Требования к взаимным исключениям. Аппаратная поддержка взаимоисключения. Отключение прерываний. Специальные машинные команды. Свойства подхода, основанного на использовании машинных инструкций.

### **Тема 4.3 Основные механизмы параллельных вычислений**

Основные механизмы параллельных вычислений. Механизмы синхронизации: «семафор», «бинарный семафор», «мьютекс», «условная переменная», «флаги событий», «почтовые ящики/сообщения (Mailboxes/messages)», «спин-блокировки (Spinlocks)». Задача производителя/потребителя. Реализация семафоров.

### **Тема 4.4 Взаимоблокировки и голодание**

Мониторы. Мониторы с сигналами. Мониторы с оповещением и широковещанием. Передача сообщений. Синхронизация. Адресация. Задача читателей/писателей. Взаимоблокировка и голодание. Условия возникновения взаимоблокировок. Взаимоисключения. Удержание и ожидание. Отсутствие перераспределения. Циклическое ожидание. Устранение взаимоблокировок. Запрещение запуска процесса. Запрет выделения ресурса. Алгоритм обнаружения взаимоблокировки. Задача об обедающих философах.

### **Тема 4.5 Механизмы параллельных вычислений в UNIX**

Каналы (именованные и неименованные). Сообщения. Совместно используемая память. Семафоры. Сигналы. Механизмы параллельных вычислений в ядре Linux. Сигналы реального времени. Атомарные операции. Циклические блокировки. Базовые циклические блокировки. Циклические блокировки читателя/писателя. Бинарные семафоры и семафоры со счетчиками. Семафоры читателя/писателя. Барьеры.

## **Раздел 5. Управление памятью и файлами**

### **Тема 5.1. Управление памятью**

Управление памятью. Основные термины, связанные с управлением памятью: кадр, страница, сегмент. Требования к управлению памятью: перемещение, защита, совместное использование, логическая организация, физическая организация. Требования к адресации процесса. Распределение памяти. Технологии управления памятью: фиксированное распределение, динамическое распределение, простая страничная организация, простая сегментация, страничная организация виртуальной памяти, Сегментация виртуальной памяти. Алгоритм размещения (наилучший подходящий, первый подходящий, следующий подходящий). Фрагментация и уплотнение. Система двойников. Страницчная организация памяти. Сегментация памяти.

## **Тема 5.2 Виртуальная память**

Терминология, связанная с виртуальной памятью: виртуальная память, виртуальный адрес, виртуальное адресное пространство, адресное пространство, реальный адрес. Резидентное множество. Локальность и виртуальная память. Страницчная организация. Структура таблицы страниц. Трансляция адреса в системе со страницочной организацией. Инвертированная таблица страниц. Буфер быстрой переадресации. Сегментация. Комбинация сегментации и страницочной организации. Стратегии операционной системы для виртуальной памяти. Управление памятью в Linux. Часовой алгоритм. Алгоритм «ленивой» системы двойников.

## **Тема 5.3 Управление вводом-выводом**

Устройства ввода-вывода. Организация функций ввода-вывода. Эволюция функций ввода-вывода. Прямой доступ к памяти. Логическая структура функций ввода-вывода. Буферизация операций ввода-вывода. Стратегии дискового планирования.

## **Тема 5.4 Управление файлами**

Файлы и файловые системы. Структура файла. Системы управления файлами. Функции управления файлами. Организация файлов и доступ к ним. Смешанный файл. Последовательный файл. Индексно-последовательный файл. Индексированный файл. Файл прямого доступа. Каталоги файлов. Содержимое. Структура. Именование. Совместное использование файлов. Права доступа. Одновременный доступ. Записи и блоки. Размещение файлов. Управление свободным пространством. Управление файлами в UNIX. Индексные узлы. Размещение файлов. Каталоги. Структура тома. Виртуальная файловая система Linux. Суперблок. Индексный узел. Запись каталога. Файл. Кеши. Файловая система Windows. Ключевые возможности NTFS. Том NTFS и файловая структура. Способность восстановления данных

# **Раздел 6. Безопасность и перспективы развития**

## **Тема 6.1 Безопасность операционных систем**

Злоумышленники и зловредные программы. Угрозы системного доступа. Контрмеры. Атаки типа переполнения буфера. Защита времени компиляции. Защита времени выполнения. Управление доступом. Управление доступом к файловой системе. Стратегии управления доступом. Управление доступом в UNIX. Традиционное управление доступом к файлам в UNIX. Списки управления доступом в UNIX. Усиление защиты операционных систем. Установка операционной системы и применение обновлений. Удаление ненужных служб, приложений и протоколов. Конфигурирование пользователей, групп и аутентификации. Конфигурирование средств управления ресурсами. Установка дополнительных средств управления защитой. Тестирование защиты системы. Поддержание безопасности. Протоколирование. Резервное копирование и архивирование данных.

Безопасность Windows. Схема управления доступом. Токен доступа.  
Дескрипторы безопасности.

### **Тема 6.2 Перспективы развития**

Современное состояние и перспективы развития операционных систем.

## УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Очная форма получения высшего образования с применением дистанционных образовательных технологий (ДОТ)

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Лекции	Количество аудиторных часов				Количество часов УСР	Форма контроля знаний
			Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>1</b>	<b>Базовые понятия</b>	<b>4</b>			<b>2</b>		<b>2</b>	
1.1	Основные элементы компьютерной системы и их функции	2						Устный опрос
1.2.	Структура и основные функции операционных систем	2			2		2	Собеседование
<b>2</b>	<b>Процессы</b>	<b>4</b>			<b>4</b>			
2.1	Процессы и управление ими	2			2			Собеседование
2.2	Управление процессами в ОС UNIX	2			2			Отчеты по лабораторным работам с их устной защитой
<b>3</b>	<b>Потоки</b>	<b>4</b>			<b>2</b>		<b>2</b>	
3.1	Процессы и потоки	2			2			Устный опрос
3.2	Управление процессами и потоками в Linux	2					2	Контрольная работа
<b>4</b>	<b>Параллельные вычисления и взаимодействие процессов</b>	<b>10</b>			<b>10</b>			
4.1	Базовые концепции параллельных вычислений	2			2			Устный опрос
4.2	Взаимодействие процессов	2			2			Контрольная работа

4.3	Основные механизмы параллельных вычислений	2		2			Отчеты по лабораторным работам с их устной защитой.
4.4	Взаимоблокировки и голодание	2		2			Отчеты по лабораторным работам с их устной защитой.
4.5	Механизмы параллельных вычислений в UNIX	2		2			Отчеты по лабораторным работам с их устной защитой.
<b>5</b>	<b>Управление памятью и файлами</b>	<b>8</b>		<b>8</b>			
5.1	Управление памятью	2		2			Контрольная работа
5.2	Виртуальная память	2		2			Отчеты по лабораторным работам с их устной защитой.
5.3	Управление вводом-выводом	2		2			Контрольная работа
5.4	Управление файлами	2		2			Устный опрос
<b>6</b>	<b>Безопасность и перспективы развития</b>	<b>4</b>		<b>4</b>			
6.1	Безопасность операционных систем	2		2			Отчеты по лабораторным работам с их устной защитой.
6.2	Перспективы развития	2		2			Собеседование
	<b>ИТОГО:</b>	<b>34</b>		<b>30</b>		<b>4</b>	

## **ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**

### **Основная литература**

1. Таненбаум, Э. С. Современные операционные системы = Modern Operating Systems / Э. Таненбаум, Х. Бос ; [пер. с англ.: А. Леонтьева, М. Малышева, Н. Вильчинский]. – 4-е изд. – Санкт-Петербург [и др.] : Питер, 2020. – 1119 с. – URL: <https://ibooks.ru/bookshelf/364626/reading>.
2. Таненбаум, Э. Архитектура компьютера = Structured Computer Organization / Э. Таненбаум, Т. Остин ; [пер. с англ. Е. Матвеев]. – 6-е изд. – Санкт-Петербург [и др.] : Питер, 2024. – 811 с.: ил. – URL: <https://ibooks.ru/bookshelf/361850/reading>.
3. Йосифович, П. Работа с ядром Windows / Павел Йосифович ; [пер. с англ. Е. Матвеева]. - Санкт-Петербург [и др.] : Питер, 2021. - 396 с. - URL: <https://ibooks.ru/bookshelf/377032>.
4. Староверова, Н. А. Операционные системы : учебник / Н. А. Староверова. – Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар : Лань, 2023. – 307 с. – URL: <https://e.lanbook.com/book/207089>.
5. Уорд, Б. Внутреннее устройство Linux / Б. Уорд; [пер. с англ. С. Черников]. – 3-е изд. – Санкт-Петербург; Москва; Минск; Питер, 2022. – 479 с.

### **Дополнительная литература**

1. Рихтер, Дж. Создание эффективных Win32-приложений с учетом специфики 64-разрядной версии Windows / Издательство: Питер, 2004
2. Галатенко, В. А. Программирование в стандарте POSIX. Курс лекций / Москва ИНТУИ, 2004. – 558 с.
3. Кофлер, М. Linux установка, настройка, администрирование/ СПб.: Питер, 2014 – 768 с.
4. Столлингс, В. Операционные системы / СПб.: Питер, 2006. – 736 с.
5. Бэкон, Д., Харрис, Т. Операционные системы. Параллельные и распределенные системы/ СПб.: Питер, 2004. – 800 с.
6. Рихтер, Дж. Windows для профессионалов / СПб.: Питер, 2000. – 752 с.
7. Харт, Д. М. Системное программирование в среде Windows / М.: Издательский дом «Вильямс», 2005. – 592 с.
8. Столлингс, В. Операционные системы. Внутренняя структура и принципы проектирования. 9-е издание / СПб. «Диалектика», 2020. – 1264 с.
9. Робачевский, А. М. Операционная система UNIX, СПб ВНУ, 1997-656 с.
10. Клинтон, Д. Linux в действии = Linux in Action / Дэвид Клинтон ; [пер. с англ. С. Черникова]. – Санкт-Петербург [и др.]: Питер, 2019. – 412 с. – URL: <https://ibooks.ru/bookshelf/365276>.
11. Операционные системы. Программное обеспечение : учебник / сост. Т. П. Куль. - Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар : Лань, 2020. – 245 с. – URL: <https://reader.lanbook.com/book/131045#2>.

12. Малахов, С. В. Операционные системы и оболочки : учебное пособие для вузов / Малахов С. В. – Санкт-Петербург : Лань, 2023. – 120 с. – URL: <https://e.lanbook.com/book/302681>.

13. Иванько, А. Ф. Операционные системы. Практикум : учебное пособие для вузов / Иванько А. Ф., Иванько М. А., Курносова А. В. – Санкт-Петербург : Лань, 2022. – 132 с. – URL: <https://e.lanbook.com/book/266768>.

### **Перечень рекомендуемых средств диагностики и методика формирования итоговой отметки**

Для диагностики компетенций в рамках учебной дисциплины рекомендуется использовать следующие формы:

1. Устно-письменная форма: отчеты по лабораторным работам с их устной защитой, устный опрос, собеседования.

2. Письменная форма: контрольные работы.

3. Собеседование.

В качестве рекомендуемых технических средств диагностики используется обучение, организованное на платформе на платформе Moodle: <https://edufpmi.bsu.by>.

Формой промежуточной аттестации по дисциплине «Операционные системы» учебным планом предусмотрен **экзамен**.

Для формирования итоговой отметки по учебной дисциплине используется модульно-рейтинговая система оценки знаний студента, дающая возможность проследить и оценить динамику процесса достижения целей обучения. Рейтинговая система предусматривает использование весовых коэффициентов для текущей и промежуточной аттестации студентов по учебной дисциплине.

Формирование итоговой отметки в ходе проведения контрольных мероприятий текущей аттестации (примерные весовые коэффициенты, определяющие вклад текущей аттестации в отметку при прохождении промежуточной аттестации):

- отчеты по лабораторным работам – 40 %;
- собеседование – 30%;
- контрольные работы – 30 %.

Итоговая отметка по дисциплине рассчитывается на основе итоговой отметки текущей аттестации (модульно-рейтинговой системы оценки знаний) – 60% и экзаменационной отметки – 40%.

## **Примерный перечень заданий для управляемой самостоятельной работы**

Управляемая самостоятельная работа (консультационно-методическая поддержка и контроль) в форме аудиторных занятий и дополнительно обеспечивается средствами образовательного портала EDU БГУ.

### **Тема № 1.2. Структура и основные функции операционных систем (2 ч.)**

Архитектура Windows. Традиционная архитектура UNIX. Архитектура типичного современного ядра системы UNIX. Компоненты ядра Linux.

**Форма контроля** – Собеседование.

### **Тема № 3.2. Управление процессами и потоками в Linux (2 ч.)**

Создание, планирование и мониторинг процессов. Идентификаторы процесса. Состояния процессов. Файловая система /proc. Алгоритмы обслуживания процессов. Потоки. Сравнение процесса и потока.

**Форма контроля** – контрольная работа.

## **Примерная тематика лабораторных занятий**

**Занятие 1.** Программируемый командный интерпретатор bash. Пользовательское окружение bash. Типы запуска командного интерпретатора. Конфигурационные файлы bash. Переменные интерпретатора bash. Внешние и встроенные команды. История команд и псевдонимы. Обработка командной строки в bash. Язык сценариев bash. Создание, запуск и завершение сценария bash.

**Занятие 2–3.** Понятие процесса и его управляющий блок: Идентификатор. Состояние. Приоритет. Программный счетчик. Указатели памяти. Данные контекста. Информация о состоянии ввода-вывода. Учетная информация. След процесса. Составной след процессов. Модель процесса с двумя состояниями. Создание процессов. Порождение процесса (process spawning). Родительский процесс. Дочерний процесс. Завершение процессов.

**Занятие 4.** Поток (облегченный процесс) как единица диспетчеризации. Процесс как единица владения ресурсами. Многопоточность. Преимущества использования потоков. Модель процессов и потоков в Linux.

**Занятие 5.** Алгоритм Деккера. Алгоритм Петерсона.

**Занятие 6–8.** Синхронизация процессов и потоков. Понятия критического ресурса и области. Синхронизации потоков. Использование объектов синхронизации: «мьютекс», «семафор». Проблема тупиков.

**Занятие 9–10.** Управление памятью.

**Занятие 11–13.** Управление файлами.

**Занятие 14–15.** Управление вводом - выводом.

## **Описание инновационных подходов и методов к преподаванию учебной дисциплины**

При организации образовательного процесса используется практико-ориентированный подход, который предполагает:

- освоение содержание образования через решения практических задач;
- приобретение навыков эффективного выполнения разных видов профессиональной деятельности;
- ориентацию на генерирование идей, реализацию групповых студенческих проектов;
- использованию процедур, способов оценивания, фиксирующих профессиональные компетенции.

### **Методические рекомендации по организации самостоятельной работы**

Для организации самостоятельной работы студентов по учебной дисциплине используются современные информационные ресурсы, размещённые на образовательном портале edufpmi.bsu.by.

Комплекс учебных и учебно-методических материалов (учебно-программные материалы, методические указания к лабораторным занятиям, материалы текущего контроля и текущей аттестации, позволяющие определить соответствие учебной деятельности обучающихся требованиям образовательных стандартов высшего образования, тематика творческих заданий и др., список рекомендуемой литературы, информационных ресурсов.

### **Примерный перечень вопросов к экзамену**

1. Процессор. Выполнение команд. Базовый цикл выполнения программы. Прерывания. Цикл команды с прерываниями. Передача управления через прерывание.

2. Иерархия памяти. Кеш. Кеш и основная память. Структура кеша и основной памяти.

3. Диски. Схема конструкции жесткого диска. Твердотельные накопители. Шина. Виртуальная память. Концепция виртуальной памяти.

4. Классификация ПО. Программное обеспечение ЭВМ. Системное ПО. Инструментальное ПО. Прикладное ПО.

5. Операционная система (ОС). Оболочка. Графический пользовательский интерфейс. Место операционной системы в структуре программного обеспечения.

6. Функции ОС. Поколения ОС. Классификация ОС.

7. Структура ОС. Ядро ОС. Вспомогательные модули. Взаимодействие между ядром и вспомогательными модулями ОС.

8. Архитектура операционной системы с ядром в привилегированном режиме. Системный вызов.

9. Архитектура ОС, основанная на привилегированном ядре и приложениях пользовательского режима. Многослойная структура ядра ОС.

10. Аппаратная зависимость и переносимость ОС. Микроядерная архитектура ОС. Архитектура Windows.

11. Традиционная архитектура UNIX. Архитектура типичного современного ядра системы UNIX. Компоненты ядра Linux.

12. Концепция процесса. Понятие процесса и его управляющий блок:

13. Идентификатор процесса. Состояние. Приоритет. Программный счетчик. Указатели памяти. Данные контекста. Информация о состоянии ввода-вывода. Учетная информация.

14. След процесса. Составной след процессов. Модель процесса с двумя состояниями.

15. Создание процессов. Порождение процесса (process spawning). Родительский процесс. Дочерний процесс. Завершение процессов.

16. Модель процесса с пятью состояниями.

17. Модель процесса с использованием очередей. Приостановленные процессы. Свопинг.

18. Описание процессов. Общая структура управляющих таблиц операционной системы. Таблицы памяти (memory tables).

19. Таблицы ввода-вывода (IO tables). Таблицы файлов. Таблицы процессов. Структуры управления процессами.

20. Образ процесса (process image). Типичные элементы управляющего блока процесса.

21. Состояния процессов в Unix. Процесс 0. Процесс 1. Элементы образа процесса: контекст пользовательского уровня, контекст регистров и контекст системного уровня.

22. Элементы таблицы процессов в Unix. Пользовательская область Unix. Описание процессов в Unix. Основные команды управления процессами.

23. Поток (облегченный процесс) как единица диспетчеризации. Процесс как единица владения ресурсами.

24. Многопоточность. Преимущества использования потоков. Модель процессов и потоков в Linux. Функциональность потоков. Состояния потоков.

25. Типы потоков: пользовательские потоки, потоки на уровне ядра. Комбинированные подходы.

26. Многоядерность и многопоточность. Управление процессами и потоками в Windows. Пул потоков. Волокно. Процессы Windows и их ресурсы. Маркер процесса. Объекты процессов и потоков.

27. Создание, планирование и мониторинг процессов. Идентификаторы процесса.

28. Состояния процессов. Файловая система /proc. Алгоритмы обслуживания процессов. Потоки. Сравнение процесса и потока. Задания. Сигналы и управление процессами.

29. Стандартные потоки и их перенаправление. Менеджер инициализации systemd и управление сервисами.

30. Программируемый командный интерпретатор bash. Пользовательское окружение bash. Типы запуска командного интерпретатора. Конфигурационные файлы bash.

31. Переменные интерпретатора bash. Внешние и встроенные команды. История команд и псевдонимы. Обработка командной строки в bash. Язык сценариев bash. Создание, запуск и завершение сценария bash. Позиционные параметры, константы и ограничения переменных.

32. Ввод и вывод в сценариях bash. Регулярные и арифметические выражения. Калькулятор bash. Составные команды ветвления.

33. Составные команды в виде циклов. Функции в языке интерпретатора bash. Управление сценариями и их отладка.

34. Многозадачность. Многопроцессорность. Распределенные вычисления.

35. Ключевые термины, связанные с параллельными вычислениями: атомарная операция; критический участок; взаимоблокировка; динамическая взаимоблокировка; взаимоисключение; состояние гонки; голодание.

36. Программный подход к взаимоисключению. Алгоритм Деккера.

37. Алгоритм Петерсона. Принципы параллельных вычислений.

38. Взаимодействие процессов. Участие операционной системы. Конкуренция процессов в борьбе за ресурсы: необходимость взаимных исключений.

39. Критический ресурс, критический участок программы, взаимная блокировка (deadlock), голодание (starvation).

40. Сотрудничество процессов с применением совместного использования. Сотрудничество с использованием связи. Требования к взаимным исключениям.

41. Аппаратная поддержка взаимоисключения. Отключение прерываний. Специальные машинные команды. Свойства подхода, основанного на использовании машинных инструкций.

42. Основные механизмы параллельных вычислений. Механизмы синхронизации: «семафор», «бинарный семафор».

43. Основные механизмы параллельных вычислений. Механизмы синхронизации: «мьютекс», «условная переменная».

44. Основные механизмы параллельных вычислений. Механизмы синхронизации: «флаги событий», «почтовые ящики/сообщения (Mailboxes/messages)», «спин-блокировки (Spinlocks)».

45. Задача производителя/потребителя.

46. Реализация семафоров.

47. Мониторы. Мониторы с сигналами. Мониторы с оповещением и широковещанием. Передача сообщений. Синхронизация. Адресация.

48. Задача читателей/писателей.

49. Взаимоблокировка и голодание. Условия возникновения взаимоблокировок. Взаимоисключения.

50. Удержание и ожидание. Отсутствие перераспределения. Циклическое ожидание.

51. Устранение взаимоблокировок. Запрещение запуска процесса. Запрет выделения ресурса. Алгоритм обнаружения взаимоблокировки.
52. Задача об обедающих философах.
53. Каналы (именованные и неименованные). Сообщения. Совместно используемая память. Семафоры в Linux.
54. Сигналы. Механизмы параллельных вычислений в ядра Linux. Сигналы реального времени. Атомарные операции. Циклические блокировки в Linux.
55. Базовые циклические блокировки. Циклические блокировки читателя/писателя. в Linux
56. Бинарные семафоры и семафоры со счетчиками в Linux. Семафоры читателя/писателя. Барьеры.
57. Управление памятью. Основные термины, связанные с управлением памятью: кадр, страница, сегмент.
58. Требования к управлению памятью: перемещение, защита, совместное использование, логическая организация, физическая организация. Требования к адресации процесса.
59. Распределение памяти. Технологии управления памятью: фиксированное распределение, динамическое распределение, простая страницчная организация, простая сегментация, страницчная организация виртуальной памяти.
60. Сегментация виртуальной памяти. Алгоритм размещения (наилучший подходящий, первый подходящий, следующий подходящий).
61. Фрагментация и уплотнение. Система двойников. Страницчная организация памяти. Сегментация памяти.
62. Терминология, связанная с виртуальной памятью: виртуальная память, виртуальный адрес, виртуальное адресное пространство, адресное пространство, реальный адрес.
63. Резидентное множество. Локальность и виртуальная память. Страницчная организация.
64. Структура таблицы страниц. Трансляция адреса в системе со страницной организацией. Инвертированная таблица страниц.
65. Буфер быстрой переадресации. Сегментация. Комбинация сегментации и страницочной организации.
66. Стратегии операционной системы для виртуальной памяти. Управление памятью в Linux. Часовой алгоритм. Алгоритм «ленивой» системы двойников.
67. Устройства ввода-вывода. Организация функций ввода-вывода. Эволюция функций ввода-вывода.
68. Прямой доступ к памяти. Логическая структура функций ввода-вывода. Буферизация операций ввода-вывода. Стратегии дискового планирования.
69. Файлы и файловые системы. Структура файла. Системы управления файлами. Функции управления файлами. Организация файлов и доступ к ним.

70. Смешанный файл. Последовательный файл. Индексно-последовательный файл. Индексированный файл. Файл прямого доступа.
71. Каталоги файлов. Содержимое. Структура. Именование. Совместное использование файлов.
72. Права доступа. Одновременный доступ. Записи и блоки. Размещение файлов. Управление свободным пространством. Управление файлами в UNIX.
73. Индексные узлы. Размещение файлов. Каталоги. Структура тома. Виртуальная файловая система Linux.
74. Суперблок. Индексный узел. Запись каталога. Файл. Кеши. Файловая система Windows. Ключевые возможности NTFS. Том NTFS и файловая структура. Способность восстановления данных
75. Злоумышленники и зловредные программы. Угрозы системного доступа. Контрмеры.
76. Атаки типа переполнения буфера. Защита времени компиляции. Защита времени выполнения. Управление доступом. Управление доступом к файловой системе.
77. Стратегии управления доступом. Управление доступом в UNIX. Традиционное управление доступом к файлам в UNIX. Списки управления доступом в UNIX. Усиление защиты операционных систем.
78. Установка операционной системы и применение обновлений. Удаление ненужных служб, приложений и протоколов. Конфигурирование пользователей, групп и аутентификации. Конфигурирование средств управления ресурсами. Установка дополнительных средств управления защитой.
79. Тестирование защиты системы. Поддержание безопасности.
80. Протоколирование. Резервное копирование и архивирование данных. Безопасность Windows. Схема управления доступом. Токен доступа. Дескрипторы безопасности.
81. Современное состояние и перспективы развития операционных систем.

## ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ УО

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
Технологии программирования	Информационных систем управления	Изменений не требуется	протокол № 17 от 20.06.2024 г.

Заведующий кафедрой информационных систем управления

доктор технических наук, доцент Алехин  
(ученая степень, ученое звание) (подпись)

А.М.Недзвеведь

25.06.2024 г.

**ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ**  
на 2025/2026 учебный год

№	Дополнения и изменения	Основание
1.	Дополнений и изменений нет	

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры многопроцессорных систем и сетей (протокол № 11 от 30 апреля 2025 г.)

Заведующий кафедрой  
канд. физ.-мат. наук, доцент



(И.Е.Андрушкиевич)

**УТВЕРЖДАЮ**

Заместитель декана по учебной работе  
и образовательным инновациям  
канд. физ.-мат. наук, доцент



(Т.В.Соболева)