

МИНОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Институт прикладной математики и компьютерных наук

УТВЕРЖДАЮ



Директор института прикладной  
математики и компьютерных наук

А.В. Замятин

2021 г.

## Операционные системы

### рабочая программа дисциплины

Закреплена за кафедрой	<i>прикладной информатики</i>
Учебный план	<i>02.03.03 Математическое обеспечение и администрирование информационных систем, профиль «DevOps-инженерия в администрировании инфраструктуры ИТ-разработки»</i>
Форма обучения	<i>очная</i>
Общая трудоёмкость	<i>4 з.е.</i>
Часов по учебному плану	<i>144</i>
в том числе:	
аудиторная контактная работа	<i>71,5</i>
самостоятельная работа	<i>72,5</i>
Вид(ы) контроля в семестрах	
<i>экзамен/зачет/зачет с оценкой</i>	<i>Семестр 5 – экзамен</i>

Программу составил:  
д-р техн. наук, профессор,  
заведующий кафедрой прикладной информатики



С.П. Сущенко

Рецензент:  
д-р техн. наук, профессор,  
заведующий кафедрой теоретических основ информатики



А.В. Замятин

Рабочая программа дисциплины «Операционные системы» разработана в соответствии с самостоятельно устанавливаемым образовательным стандартом высшего образования бакалавриат – федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет» по направлению подготовки 02.03.03 Математическое обеспечение и администрирование информационных систем (Утвержден Ученым советом НИ ТГУ, протокол от 27.10.2021 г. № 08).

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры прикладной информатики

Протокол от 09 июня 2021 г. № 17

Заведующий кафедрой прикладной информатики,  
д-р техн. наук, профессор



С.П. Сущенко

Рабочая программа одобрена на заседании учебно-методической комиссии института прикладной математики и компьютерных наук (УМК ИПМКН)

Протокол от 17 июня 2021 г. № 05

Председатель УМК ИПМКН,  
д-р техн. наук, профессор



С.П. Сущенко

### Цель освоения дисциплины

**Цель** – Обучить студентов принципам организации операционных систем и системных оболочек, стратегий и алгоритмов управления ресурсами вычислительной системы. В результате освоения дисциплины обучающийся приобретает навыки применения теории операционных систем при проектировании и разработке приложений, настройке приложений и сервисов на их эксплуатацию в заданных условиях, администрировании клиентских и серверных операционных систем, мониторинга и оценки эффективности операционных настроек.

### 1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Операционные системы» относится к обязательной части Блока 1 «Дисциплины», входит в модуль «Компьютерные науки».

Пререквизиты дисциплины: Архитектура вычислительных систем.

Постреквизиты дисциплины: Компьютерные сети.

### 2. Компетенции и результаты обучения, формируемые в результате освоения дисциплины

Таблица 1.

Компетенция	Индикатор компетенции	Код и наименование результатов обучения (планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций)
ОПК-2 Способен применять современный математический аппарат, связанный с проектированием, разработкой, реализацией и оценкой качества программных продуктов и программных комплексов в различных областях человеческой деятельности ОПК	ИОПК-2.1 Использует методы построения и анализа алгоритмов при проектировании и разработке программных систем - ИОПК-2.2 Использует фундаментальные знания для реализации алгоритмов пригодных для практического применения в области информационных систем и технологий - ИОПК-2.3 Разрабатывает алгоритмы и программы при решении задач профессиональной деятельности -	ИОПК-2.1 Знает функции и концептуальные требования к ОС, классификацию ОС, методы синхронизации процессов и предупреждения тупиков, стратегии распределения ресурсов вычислительной системы (ЦП, ОЗУ, ВнУ), организацию файловых систем и защиты объектов ОС, средства виртуализации вычислительных сред. ИОПК-2.2 Умеет обосновывать выбор алгоритмов, стратегий, правил распределения ресурсов вычислительной системы (ВС), планирования работы компонент ВС, организации управляющих структур. ИОПК-2.3 Владеет навыками комплектования ОС набором системных средств и приложений для применения вычислителя в профессиональной деятельности.

### 3. Структура и содержание дисциплины

#### 3.1. Структура и трудоемкость видов учебной работы по дисциплине

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 часа.

Таблица 2.

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах	
	5 семестр	всего
<b>Общая трудоемкость</b>	144	144
<b>Контактная работа:</b>	71,5	71,5
Лекции (Л):	48	48

Практики (ПЗ)	16	16
Лабораторные работы (ЛР)		
Семинары (СЗ)		
Групповые консультации	2	2
Индивидуальные консультации	3,2	3,2
Промежуточная аттестация	2,3	2,3
<b>Самостоятельная работа обучающегося:</b>	72,5	72,5
- выполнение контрольной работы/контрольных заданий (кейс)	4	4
- изучение учебного материала, публикаций	20	20
- подготовка к лабораторным/практическим занятиям/коллоквиумам	16,8	16,8
- подготовка к рубежному контролю по теме/разделу	31,7	31,7
<b>Вид промежуточной аттестации (зачет, зачет с оценкой, экзамен)</b>	<b>Экзамен</b>	<b>Экзамен</b>

### 3.2. Содержание и трудоемкость разделов дисциплины

Таблица 3.

Код занятия	Наименование разделов и тем и их содержание	Вид учебной работы, занятий, контроля	Се м е с т р	Часы в электро нной форме	Всего (час.)	Литература	Код (ы) результата(ов) обучения
1	1. Функции и архитектурные требования к ОС Эволюция операционных систем (ОС). Классификация ОС. Клиентские и серверные ОС. ОС пакетной обработки. ОС реального времени. Жесткие и мягкие (гибкие) системы реального времени. ОС с разделением времени. Интерактивные ОС. Специализированные и встроенные ОС. Сетевые корпоративные ОС. Многопроцессорные ОС. Аппаратные, программные и информационные ресурсы вычислительной системы. Функции ОС. Эксплуатационные требования к ОС. Службы и сервисы ОС. Монолитные и многоуровневые (многослойные) системы. Ядро (супервизор) ОС. Функции супервизора. Вспомогательные модули ОС. Средства аппаратной поддержки ОС. Машинно-зависимые компоненты ОС. Концепция микроядерной архитектуры ОС.	Лекции	5		4	1, 2, 3	ОР-2.1.1, ОР-2.1.2 ОР-2.2.1, ОР-2.2.2 ОР-2.3.1, ОР-2.3.2
	Форма СРС: - выполнение контрольной работы/контрольных заданий (кейс) - изучение учебного материала, публикаций - подготовка к лабораторным/практическим занятиям/коллоквиумам	СРС	5		2		
2	2. Процессы и потоки, синхронизация процессов Понятие процесса и потока. Свойства процесса. Реализация процесса. Дескриптор процесса. Модель потока. Взаимодействие процессов. Критический ресурс. Критический участок процесса. Синхронизация процессов с помощью элементарных приемов нижнего уровня. Аппаратные неделимые операции "Блокировка памяти" и "Проверить и установить". Алгоритм Деккера. Семафоры общие и двоичные. Синхронизация процессов на двоичных семафорах. Задача "Поставщик-потребитель". Мьютексы. Синхронизация процессов с помощью приемов верхнего уровня. Монитор Хоара. Почтовые ящики. Барьеры. События и сигналы. Монитор, основанный на управляющей структуре «Таблица синхронизации». Управление процессами на основе таблицы синхронизации. Процедуры TP, TV, WAIT, POST. Процесс CLOCK. Определение тупика. Условия возникновения тупиков. Предотвращение тупиков, основанное на нарушении одного из условий возникновения тупика. Динамический обход тупиков. Алгоритм банкира для одного и нескольких видов ресурсов. Обнаружение тупиков. Восстановление после тупиков.	Лекции	5		4	1, 2, 3	ОР-2.1.1, ОР-2.1.2 ОР-2.2.1, ОР-2.2.2 ОР-2.3.1, ОР-2.3.2
	Форма СРС:	СРС	5		2		

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- выполнение контрольной работы/контрольных заданий (кейс)</li> <li>- изучение учебного материала, публикаций</li> <li>- подготовка к лабораторным/практическим занятиям/коллоквиумам</li> </ul>						
3	<p>3. Распределение времени процессора между конкурирующими процессами</p> <p>Состояния процесса. Методы планирования в мультипрограммных системах. Вытесняющее и не вытесняющее планирование. Разделение времени. Квантование времени. Планирование в системах пакетной обработки. Планирование в интерактивных системах. Планирование по наивысшему приоритету. Круговорот. Очереди с обратной связью. Многоуровневые очереди с обратной связью. Планирование в системах реального времени.</p>	Лекции	5		4	1, 2, 3	<p>OP-2.1.1, OP-2.1.2</p> <p>OP-2.2.1, OP-2.2.2</p> <p>OP-2.3.1, OP-2.3.2</p>
	<p>Форма СРС:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выполнение контрольной работы/контрольных заданий (кейс)</li> <li>- изучение учебного материала, публикаций</li> <li>- подготовка к лабораторным/практическим занятиям/коллоквиумам</li> </ul>	СРС	5		4		
4	<p>4. Управление оперативной памятью</p> <p>Именуемая функция. Функция памяти. Функция содержимого. Способы объединения модулей. Динамическое связывание модулей. Распределение памяти. Статическое и динамическое распределение. Стратегии распределения памяти. Перекрывание программ. Попеременная загрузка заданий. Сегментация программ. Страничная организация памяти. Сегментация в сочетании со страничной организацией памяти. Статическое и динамическое установление связей. Фрагментация памяти. Внешняя и внутренняя фрагментация. Кэширование адресуемых объектов и отображений виртуальных адресов на реальные.</p>	Лекции Лабораторные	5		4 2	1, 2, 3	<p>OP-2.1.1, OP-2.1.2</p> <p>OP-2.2.1, OP-2.2.2</p> <p>OP-2.3.1, OP-2.3.2</p>
	<p>Форма СРС:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выполнение контрольной работы/контрольных заданий (кейс)</li> <li>- изучение учебного материала, публикаций</li> <li>- подготовка к лабораторным/практическим занятиям/коллоквиумам</li> </ul>	СРС	5		4		
5	<p>5. Виртуальная память</p> <p>Многоуровневая организация виртуальной памяти. Стратегии распределения памяти для сегментов переменной длины. Список свободной памяти, способы его организации. Списки пустот, упорядоченные по адресам, по размеру пустоты. Списки пустот, организованные в виде системы расщепления. Уплотнение. Стратегии распределения для страниц фиксированной длины. Стратегии подкачек страниц. Подкачка по запросу. Опережающая подкачка. Стратегии вытеснения страниц.</p>	Лекции Лабораторные	5		4 2	1, 2, 3	<p>OP-2.1.1, OP-2.1.2</p> <p>OP-2.2.1, OP-2.2.2</p> <p>OP-2.3.1, OP-2.3.2</p>
	<p>Форма СРС:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выполнение контрольной работы/контрольных заданий (кейс)</li> <li>- изучение учебного материала, публикаций</li> <li>- подготовка к лабораторным/практическим занятиям/коллоквиумам</li> </ul>	СРС	5		4		
6	<p>6. Управление внешней памятью</p> <p>Планирование работы с магнитными дисками. Цели и принципы планирования.</p>	Лекции Лабораторные	5		4 2	1, 2, 3	<p>OP-2.1.1, OP-2.1.2</p> <p>OP-2.2.1, OP-2.2.2</p>

	<p>Оптимизация времени поиска цилиндра. Оптимизация времени ожидания записи. Конфигурирование подсистемы внешней памяти вычислительной системы (ВС). Функции файловой системы. Многоуровневая организация системы управления файлами. Порты ввода-вывода. Ввод-вывод, отображаемый на адресное пространство оперативной памяти. Многослойная модель подсистемы ввода-вывода. Логическая и физическая организация файловой системы. Блокировка записей. Буферизация (кэширование операций ввода/вывода). Способы организации файлов. Файловые операции. Методы доступа к записям файла (синхронный/асинхронный, последовательный/прямой). Дескриптор файла. Целостность файловых систем. Избыточные дисковые RAID-системы.</p>	ные					OP-2.3.1, OP-2.3.2
	<p>Форма СРС: - выполнение контрольной работы/контрольных заданий (кейс) - изучение учебного материала, публикаций - подготовка к лабораторным/практическим занятиям/коллоквиумам</p>	СРС	5		4		
7	<p>7. Принципы оценки производительности вычислительной системы Цели исследований и показатели производительности. Пиковая и реальная производительность. Методы оценки производительности. Тесты производительности: производителей, стандартные, пользователей. Стандартные тесты: iCOMP, SPECxx, Linpack, TPC, WebStone.</p>	Лекции Лабораторные	5		4 2	1, 2, 3	OP-2.1.1, OP-2.1.2 OP-2.2.1, OP-2.2.2 OP-2.3.1, OP-2.3.2
	<p>Форма СРС: - выполнение контрольной работы/контрольных заданий (кейс) - изучение учебного материала, публикаций - подготовка к лабораторным/практическим занятиям/коллоквиумам</p>	СРС			4		
8	<p>8. Защита объектов ОС Статус защиты. Защита паролями. Требования к ОС по безопасности. Внешняя безопасность. Операционная безопасность. Полномочия и объектно-ориентированные системы. Активные и пассивные элементы сферы защиты. Объекты защиты. Субъекты доступа к защищаемым объектам. Домены и возможности. Описание статуса защиты. Атрибуты доступа. Управление статусом защиты. Матричное представление статуса защиты. Списки возможностей. Списки управления доступом. Механизм «замок-ключ». Криптография. Криптографические секретные системы. Шифр. Системы с открытыми ключами. Цифровые подписи. Схемы шифрования.</p>	Лекции Лабораторные	5		4 2	1, 2, 3	OP-2.1.1, OP-2.1.2 OP-2.2.1, OP-2.2.2 OP-2.3.1, OP-2.3.2
	<p>Форма СРС: - выполнение контрольной работы/контрольных заданий (кейс) - изучение учебного материала, публикаций - подготовка к лабораторным/практическим занятиям/коллоквиумам</p>	СРС	5		4		
9	<p>9. Организация мультипроцессорных ОС Вычислительные системы с однородной (сосредоточенной) и неоднородной (распределенной) памятью. SMP – симметричная многопроцессорная обработка. SMP – перестраиваемая симметричная многопроцессорная обработка. MPP – многопроцессорная архитектура с распределенной памятью (массовый</p>	Лекции Лабораторные	5		4 2	1, 2, 3	OP-2.1.1, OP-2.1.2 OP-2.2.1, OP-2.2.2 OP-2.3.1, OP-2.3.2

	<p>параллелизм). Кластеры – разновидность MPP-систем. Архитектура cc-NUMA. Средства виртуализации вычислительных систем. Средства разработки параллельных программ. Модель программирования для ВС с общей (разделяемой) памятью UMA (стандарт OpenMP). Модель программирования для ВС с распределенной памятью NUMA (стандарт MPI). Неявная (аппаратная) когерентность для сосредоточенной и распределенной памяти. Модели состоятельности многоуровневой памяти. Алгоритм MESI для сосредоточенной памяти. Алгоритм DASH для распределенной памяти. Явная (программная) когерентность для ВС с массовым параллелизмом. Масштабируемый когерентный интерфейс SCI. Типы мультимикропроцессорных ОС (МОС). Модель мультимикропроцессорной ОС с индивидуальной ОС для каждого процессора. Модель асимметричной мультимикропроцессорной ОС «хозяин-подчиненный». Модель симметричной мультимикропроцессорной ОС. Планирование времени мультимикропроцессора для несвязанных и связанных процессов. Родственное планирование. Бригадное планирование. Коммуникационное программное обеспечение (ПО) уровня пользователя. ПО, основанное на передаче сообщений. ПО, основанное на удаленном вызове процедур. ПО, основанное на распределенной памяти совместного доступа.</p>						
	<p>Форма СРС:  - выполнение контрольной работы/контрольных заданий (кейс)  - изучение учебного материала, публикаций  - подготовка к лабораторным/практическим занятиям/коллоквиумам</p>	СРС	5		4		
10	<p>10. Коммуникационные средства многомашинных систем  Обмен сообщениями. Вызов удаленных процедур. Распределенная память совместного пользования. Средства взаимодействия распределенных ВС. ПО, основанное на документе. ПО, основанное на распределенной файловой системе. ПО, основанное совместно используемых объектах. ПО, основанное на координации. Природа параллелизма компьютерных вычислений. Средства разработки параллельных программ. Методы реализации когерентности многоуровневой памяти. Модели состоятельности памяти.</p>	Лекции Лабораторные	5		6 2	1, 2, 3	OP-2.1.1, OP-2.1.2 OP-2.2.1, OP-2.2.2 OP-2.3.1, OP-2.3.2
	<p>Форма СРС:  - выполнение контрольной работы/контрольных заданий (кейс)  - изучение учебного материала, публикаций  - подготовка к лабораторным/практическим занятиям/коллоквиумам</p>	СРС	5		4		
11	<p>11. Технологии виртуализации  Цели и решения. Виртуальная инфраструктура. Доменная архитектура многопроцессорных вычислительных систем (ВС). Системные и прикладные разделы ВС. Разделение ВС на классы приложений. Применения технологий виртуализации: разработка и тестирование ПО; моделирование работы реальных систем на исследовательских стендах; консолидация серверов с целью повышения эффективности использования оборудования; консолидация серверов в рамках решения задач поддержки унаследованных приложений; демонстрация</p>	Лекции Лабораторные	5		6 2	1, 2, 3	OP-2.1.1, OP-2.1.2 OP-2.2.1, OP-2.2.2 OP-2.3.1, OP-2.3.2



	и изучение нового ПО; развертывание и обновление прикладного ПО в условиях действующих информационных систем; работа на ПК с разнородными операционными средами. Эмуляция аппаратная и программная. Модульный состав эмулятора.						
	Форма СРС: - выполнение контрольной работы/контрольных заданий (кейс) - изучение учебного материала, публикаций - подготовка к лабораторным/практическим занятиям/коллоквиумам	СРС	5		4,8		
	<b>Подготовка к промежуточной аттестации в форме экзамена</b>	СРС	<b>5</b>		<b>31,7</b>	<b>1, 2, 3</b>	
	<b>Прохождение промежуточной аттестации в форме экзамена</b>	Э	<b>5</b>		<b>4,3</b>		

#### 4. Образовательные технологии, учебно-методическое и информационное обеспечение для освоения дисциплины

Экзаменационная оценка (оценка за промежуточную аттестацию) по дисциплине выставляется как среднеарифметическая по итогам текущего контроля успеваемости (по результатам письменных контрольных работ) при условии сдачи мероприятий контрольных точек на положительную оценку. Текущий контроль успеваемости осуществляется на контрольных неделях семестра. Для улучшения оценки в период сессии проводится устный экзамен по материалам всех лекций и практических занятий.

Примеры вопросов для письменного текущего контроля

1. Синхронизация процессов с помощью элементарных приемов нижнего уровня, основанных на неделимых аппаратных операциях.
2. Архитектура памяти, способы объединения модулей, динамическое связывание модулей, распределение памяти, статическое и динамическое распределение.
3. Сегментная организация программ.
4. Многоуровневая организация памяти, стратегии динамического распределения памяти для сегментов переменной длины.
5. Тесты производительности вычислительных систем: производителей, стандартные, пользователей.
6. Модель программирования UMA для вычислительных систем с разделяемой памятью.
7. Модели состоятельности многоуровневой памяти, протокол когерентности MESI для общей памяти.
8. Планирование времени мультипроцессорной вычислительной системы для несвязанных процессов.

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения, характеризующих этапы формирования компетенций, и методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения, приведены в Приложении 1 к рабочей программе «Фонд оценочных средств».

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для текущей аттестации, и методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов текущей аттестации, приведены в Приложении 2 к рабочей программе «Примерные оценочные средства текущей аттестации».

#### 4.1. Рекомендуемая литература и учебно-методическое обеспечение

№ п/п	Авторы / составители	Заглавие	Издательство	Год издания, количество страниц
Основная литература				
1.	Олифер В.Г., Олифер Н.А.	Сетевые операционные системы	СПб.: Питер	2009 г., 544 с.
2.	Танненбаум Э.	Современные операционные системы. 2-е изд.	СПб.: Питер	2002 г., 1040 с.
Дополнительная литература				
3.	Гордеев А.В., Молчанов А.Ю.	Системное программное обеспечение	СПб.: Питер	2001 г., 736 с.

#### 4.2. Базы данных и информационно-справочные системы, в том числе зарубежные

1. Электронная библиотека (репозиторий) ТГУ [Электронный ресурс] / Электронная библиотека (репозиторий) ТГУ : [сайт]. – [Томск, 2011–2016]. – URL: <http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Index>.
2. Издательство «Лань» [Электронный ресурс] : электрон.-библиотечная система. –

### 4.3. Перечень лицензионного и программного обеспечения

MS Windows; MS Office.

### 4.4. Оборудование и технические средства обучения

Для реализации дисциплины необходимы лекционные аудитории и аудитории для проведения лабораторных занятий. Специальные технические средства (проектор, компьютер и т.д.) требуются для демонстрации материала в рамках изучаемых разделов, проведения защиты проектов в конце семестра. Вся основная и дополнительная литература, необходимая для самостоятельной работы и подготовки к экзамену, имеется в научной библиотеке ТГУ.

## 5. Методические указания обучающимся по освоению дисциплины

### Темы занятий для СР

Темы для изучения	Формы выполнения заданий
1. Выбор оснований для классификации ОС. Специфические функции и требования к ОС.	Обсуждение оснований для классификации ОС и функций ОС.
2. Сравнительный анализ средств синхронизации, методов обхода и предупреждения тупиков.	Обсуждение областей применимости различных средств синхронизации и методов обхода тупиков.
3. Методы распределения времени процессора для ОС различного назначения.	Сравнение стратегий планирования в мультипрограммных системах.
4. Преимущества и недостатки методов динамического управления памятью.	Качественный анализ факторов, определяющих достоинства и издержки динамического распределения памяти. Изучение теоретических материалов. Подготовка к промежуточной контрольной работе.
5. Анализ факторов, определяющих размеры пустот при сегментной организации программ и целесообразность операций уплотнения.	Обсуждение исследований о степени влияния размеров пустот на общую производительность ВС.
6. Анализ противоречий оптимального и условий равноправного доступа к адресуемым объектам на дисковых устройствах.	Обсуждение оптимальных и равноправных стратегий доступа к записям на магнитных дисках.
7. Цели и принципы оценки производительности вычислительной системы с помощью тестов пользователей.	Описание назначения и примеры тестов пользователей.
8. Методы реализации управляющих структур для распределения прав доступа пользователя и администратора.	Аргументация преимуществ каждой из структур. Изучение теоретических материалов. Подготовка к промежуточной контрольной работе.
9. Сравнительный анализ архитектур мультипроцессорных ОС и моделей планирования времени мультипроцессора для независимых и связанных процессов.	Описание областей применения МОС и алгоритмов планирования.
10. Сравнение моделей состоятельности иерархической	Аргументированное описание

памяти и инструментов информационного обмена многомашиных ВС.	областей преимущественного использования различных моделей и инструментов
11. Преимущества доменной организации многопроцессорных вычислительных сред для реализации процессов разработки, тестирования, эксплуатации, оптимизации операционного окружения, обновления и миграции на различные версии приложений.	Обсуждение преимуществ и издержек доменной организации. Изучение теоретических материалов. Подготовка к заключительной контрольной работе.

#### **6. Преподавательский состав, реализующий дисциплину**

Сущенко Сергей Петрович – д-р техн. наук, профессор, заведующий кафедрой прикладной информатики ТГУ.

**7. Язык преподавания** – русский язык.