Національний технічний університет України
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

Кафедра обчислювальної техніки

Операційні системи. Проєктування та реалізація

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Галузь знань	F (12) Інформаційні технології
Спеціальність	F2 (121) Інженерія програмного забезпечення
Освітня програма	Інженерія програмного забезпечення комп'ютерних систем
Статус дисципліни	Нормативна
Форма навчання	Очна (денна), заочна
Рік підготовки, семестр	3 курс, осінній семестр
Обсяг дисципліни	5 кредитів. Всього – 150 годин. 36 години лекції, 36 годин лабораторні заняття, 78 годин самостійної роботи студентів.
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Екзамен/Лабораторні роботи/модульна контрольна робота
Розклад занять	Згідно розкладу на осінній семестр поточного навчального року за адресою http://schedule.kpi.ua/
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: старший викладач, Сімоненко Андрій Валерійович, simonenko.andrey@lll.kpi.ua Практика: старший викладач, Сімоненко Андрій Валерійович, simonenko.andrey@lll.kpi.ua
Розміщення курсу	На платформі дистанційного навчання «Сікорський»: https://classroom.google.com/c/NjMzNTM3NzYxMTU0?cjc=wiujier

Програма навчальної дисципліни

1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчання та результати навчання

Дисципліна «Операційні системи» спрямована на вивчення принципів функціонування, проєктування та реалізацій ядер операційних систем загального призначення. За основу взято реалізації ядер Unix-подібних систем та реалізації інших типів ядер, тобто дисципліна не орієнтована на якусь одну конкретну операційну систему. Надається ґрунтовна інформація щодо завдань та методів їх вирішення в ядрі операційної системи на низькому рівні реалізації. Дисципліна складається з таких розділів: ядро та процеси, підтримування багатопотокових програм, файлові системи, управління пам'яттю.

Дисципліна забезпечує такі компетентності та програмні результати навчання освітньо-професійної програми «Інженерія програмного забезпечення комп'ютерних систем»:

ЗК01 Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК05 Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ФК14 Здатність до алгоритмічного та логічного мислення.

ПРН12 Застосовувати на практиці ефективні підходи щодо проектування програмного забезпечення.

Дисципліна має підготувати студентів до розуміння частин вихідних кодів наявних ядер операційних систем загального призначення, які реалізують управління процесами та потоками, системні виклики, файлові системи, управління пам’яттю.

За результатами вивчення дисципліни студент має мати розуміння принципів функціонування ядра операційної системи загального призначення, що дасть змогу працювати з частинами вихідних кодів наявних ядер операційних систем загального призначення, розробляти ефективні системні та прикладні програми.

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Необхідні дисципліни: Основи програмування, Алгоритми та структури даних, Основи комп'ютерних систем і мереж, Системне програмування.

3. Зміст навчальної дисципліни

Вступ

Розділ 1. Ядро та процеси

Лекція 1.

Тема 1.1. **Визначення ядра**. Середовище виконання програми. Компоненти операційної системи. Дві частини ядра. Ядро також є програма. Завантаження ядра в пам’ять. Класифікація операційних систем за призначенням.

Лекція 2.

Тема 1.2. **Режими виконання та контексти виконання**. Безпечне виконання програм користувача. Рівні привілеїв процесора. Режими виконання. Контексти виконання.

Лекція 3.

Тема 1.3. **Перехід у режим ядра**. Умови переходу в режим ядра. Апаратні переривання. Програмні переривання. Виняткові ситуації. Оптимізація перемикання контексту.

Лекція 4.

Тема 1.4. **Опрацювання апаратних переривань**. Піраміда пам’яті. Контролер переривань. Способи опрацювання апаратного переривання. Polling.

Лекція 5.

Тема 1.5. **Системні виклики**. Визначення термінів. Виклик системного виклику. Віртуальні системні виклики. Режим бінарної сумісності.

Тема 1.6. **Примусове перемикання контексту**. Одночасне виконання процесів. Реалізація примусового перемикання контексту. Tickless ядро. Ядро з можливістю витискання.

Лекція 6.

Тема 1.7. **Добровільне перемикання контексту**. Поняття ресурсу. Реалізація добровільного перемикання контексту. Продовження виконання заблокованого процесу.

Тема 1.8. **Сигнали**. Ідея сигналів. Відправлення сигналу. Доставлення сигналу.

Лекція 7.

Тема 1.9. **Монолітне ядро та мікроядро**. Дві парадигми архітектури ядра. Монолітне ядро. Мікроядро.

Тема 1.10. **Управління процесами**. Діаграма станів процесу. Створення нового процесу. Завершення процесу.

Розділ 2. Підтримування багатопотокових програм

Лекція 8.

Тема 2.1. **Визначення багатопотокової програми**. Визначення термінів. Причини розроблення багатопотокової програми. Прискорення багатопотокової програми. Синхронізація, розуміння сенсу. Синхронізація, атомарні дії. Синхронізація, бар’єр компілятора. Синхронізація, бар’єр пам’яті. Синхронізація, інші питання.

Лекція 9.

Тема 2.2. **Режим N:1**. Ідея режиму N:1. Реалізація добровільного перемикання контексту. Реалізація примусового перемикання контексту. Реалізація механізмів синхронізування. Переваги та недоліки.

Лекція 9.

Тема 2.3. **Режим 1:1**. Ідея режиму 1:1. «Багатопотокове» ядро. Прив'язка до процесора. Інверсія пріоритетів. Задача, процес, потік. Переваги та недоліки.

Лекція 10.

Тема 2.4. **Режим N:M**. Ідея режиму N:M. Виклик планувальника ядра. Виклик планувальника користувача. Переваги та недоліки.

Розділ 3. Файлові системи

Лекція 11.

Тема 3.1. **Визначення файлової системи**. Визначення термінів. Атрибути файлу. Ім'я файлу. Шляхове ім'я. Спеціальні символьні та блокові файли. Ще приклади.

Лекція 12.

Тема 3.2. **Віртуальна файлова система**. Ідея віртуальної файлової системи. Реалізація віртуальної файлової системи. Дескриптор файлу та опис відкритого файлу. Буферний кеш. Кеш імен файлів. Монтування.

Лекція 13.

Тема 3.3. **Стекові файлові системи**. Ідея стекової файлової системи. Реалізація стекової файлової системи. Приклади стекових файлових систем. Ідея синтетичної файлової системи. Приклади синтетичних файлових систем.

Лекція 14.

Тема 3.4. **Приклади рішень у файлових систем**. Властивості флешпам'яті NAND. Журнальна файлова система.

Тема 3.5. **Вимоги до локальних файлових систем**.

Розділ 4. Управління пам'яттю

Лекція 15.

Тема 4.1. **Абсолютна адресація, сегментація пам'яті**. Абсолютна адресація. Сегментація пам'яті. Swapping. Overlay.

Лекція 16.

Тема 4.2. **Сторінкова пам'ять**. Ідея віртуальної пам'яті. Фізичні та віртуальні сторінки. Таблиця сторінок. Інвертована таблиця сторінок. Хешована таблиця сторінок. Адресна карта процесу. Буфер асоціативної трансляції.

Лекція 17.

Тема 4.3. **Алгоритми заміни сторінок**. Робочий набір. Приклади алгоритмів заміни сторінок. Локальна та глобальна політики. Paging, demand paging, prefault. Thrashing. Розфарбовування сторінок. Суперсторінки.

Лекція 18.

Тема 4.4. **Спільна пам'ять.** Локальна спільна пам'ять. Розподілена спільна пам'ять. Ідея copy-on-write. Реалізація copy-on-write. Zero-copy. Стратегії гарантування пам'яті.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література

1. Стіренко С. Г., Сімоненко В. П., Сімоненко А. В. Підручник Організація обчислювальних процесів у комплексах, системах та мережах, витяг з протоколу №2 10 лютого 2020 р.

Додаткова література

1. Abraham Silberschatz, Peter B. Galvin, Greg Gagne, Operating System Concepts, 10th edition – Wiley, 2018 – 1278 p.

2. William Stallings, Operating Systems: Internals and Design Principles, 9th edition – Pearson, 2018 – 1128 p.
3. Andrew S. Tanenbaum, Herbert Bos, Modern Operating Systems, 4th edition – Pearson, 2014 – 1136 p.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Розподіл навчального часу за видами занять і завдань з дисципліни згідно з робочим навчальним планом. На вивчення дисципліни виділено 150 годин / 5 кредитів, лекцій 36 годин, практичний робіт 36 годин, самостійної роботи студентів 78 годин.

Лекційні заняття

Деталізація тем лекційних занять та конспект лекцій розміщено на платформі дистанційного навчання «Сікорській»:

https://classroom.google.com/c/NjMzNTM3NzYxMTU0?cjc=wiujier

Лабораторний практикум

Необхідно самостійно вибрати три лабораторні роботи із запропонованих для виконання. Для виконання кожної лабораторної роботи потрібен однаковий час.

1. Алокатор пам’яті загального призначення з використанням тегів
2. Алокатор пам’яті загального призначення з використанням розподілу slab
3. Алгоритми заміни сторінок
4. Файлова система, частина 1
5. Файлова система, частина 2

6. Самостійна робота студента

У процесі розуміння тем лекцій та виконання лабораторних робіт студенти мають опрацьовувати знання, що були отримані під час лекційних занять, самостійно вивчати певні теми, використовуючи інформацію з Internet та книг, удосконалювати свої знання для подальшого навчання.

Самостійна робота студента складається з:

1. Вивчення та розуміння тем лекцій (30 годин).
2. Виконання завдань, наданих для самостійного вивчення (10 годин).
3. Виконання лабораторних робіт (20 годин).
4. Написання звітів до виконаних лабораторних робіт (8 годин).
5. Підготовка до екзамену (10 годин).

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Політика навчальної дисципліни відповідає чинним правилам та нормам КПІ. Відповідно до Кодексу честі інституту студент виконує лабораторні роботи самостійно. Якщо студент виконав лабораторну роботу не самостійно (навіть якщо в рішенні змінено щось непринципове), її виконання не буде зараховано.

Правила відвідування занять. Відвідування занять є вільним, бали за присутність на лекціях та практичних заняттях не додаються, відповідно штрафні бали не передбачаються. Втім, вагома частина рейтингу формується через активну участь у заходах на практичних заняттях.

Дистанційний режим навчання. У разі запровадження обмежень на відвідування університету, пов’язаних з введенням карантину або режиму воєнного стану в державі, освітній процес здійснюється у дистанційному режимі відповідно до Положення про дистанційне навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського (https://osvita.kpi.ua/node/188), Регламенту організації освітнього процесу в ди-

станційному режимі (https://profkom.kpi.ua/reglament-organizatsiyi-osvitnogo-protsesu-v-distantsiynomu-rezhimi) та Регламенту проведення семестрового контролю в дистанційному режимі (https://osvita.kpi.ua/node/148). У режимі дистанційного навчання заняття відбуваються у вигляді онлайн-конференції на платформах BigBlueButton, Google Meet, Zoom. Посилання на конференцію видається на початку семестру і розміщується в АС «Електронний кампус». З метою забезпечення якісної підготовки здобувачів, дистанційний курс дисципліни розміщено на Платформа дистанційного навчання «Сікорський» (https://www.sikorsky-distance.org). Результати оцінювання висвітлюють у АС «Електронний кампус» на особистій сторінці здобувача (https://ecampus.kpi.ua).

Правила поведінки на заняттях. На заняттях слід дотримуватись норм етичної поведінки визначених у Кодексі честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» (https://kpi.ua/code). На території університету здобувачі мають поводити себе відповідно до Правил внутрішнього розпорядку (https://kpi.ua/admin-rule).

Політика використання штучного інтелекту. Використання штучного інтелекту регламентується «Політикою використання штучного інтелекту для академічної діяльності в КПІ ім.Ігоря Сікорського» (https://osvita.kpi.ua/node/1225). Усі завдання, як під час виконання навчальних завдань з дисципліни, так і індивідуальні завдання, мають бути результатом власної оригінальної роботи здобувача. Використання ШІ для автоматичної генерації відповідей без подальшого їх аналізу та доопрацювання заборонено.

Порушення академічної доброчесності: використання плагіату. У разі виявлення фактів використання плагіату під час виконання навчальних завдань, студент втрачає право на подальше виконання поточних завдань у межах навчальної дисципліни до з'ясування обставин порушення. Студент зобов'язаний аргументовано пояснити причини використання плагіату, а також засвідчити готовність дотримуватись принципів академічної доброчесності в подальшому навчанні (письмово у вигляді пояснювальної записки); повторно виконати завдання або, за потреби, виконати додаткове завдання відповідно до бачення викладача з урахуванням вимог щодо самостійності.

Зазначені дії регламентуються Кодексом честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» (https://kpi.ua/code).

8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (РСО)

Згідно з чинними правилами КПІ, максимальну кількість балів 100 розподілено між лабораторними роботами, МКР та екзаменом. Усього можна отримати 45 балів за виконані три лабораторні роботи, 5 балів за МКР та 50 балів за відповіді на запитання на екзамені. Максимальний бал за виконану лабораторну роботу дорівнює 15. Необхідно самостійно вибрати три лабораторні роботи із запропонованих для виконання. МКР складається із запитань (один бал за одне запитання).

Виконана лабораторна робота буде зарахована, якщо її буде оцінено принаймні на 60 % від максимальної кількості балів. Щоб отримати допуск до екзамену необхідно мати зараховані виконані три лабораторні роботи. Щоб отримати першу атестацію необхідно мати зараховану виконану принаймні одну лабораторну роботу. Щоб отримати другу атестацію необхідно мати зараховані виконані принаймні дві лабораторні роботи. Виконана перша лабораторна робота буде оцінена з 1 штрафним балом після завершення першої атестації, буде оцінена з 2 штрафними балами після завершення другої атестації. Виконана друга лабораторна робота буде оцінена з 1 штрафним балом після завершення другої атестації. Виконана будь-яка лабораторна робота буде оцінена з 2 штрафними балами після завершення основної залікової сесії. Кількість спроб зарахування виконаної будь-якої лабораторної роботи обмежено двома спробами, штрафних балів за незараховану першу спробу немає. Перевірка звітів виконаних лабораторних робіт відбувається за розкладом занять групи (можна бути на заняттях інших груп потоку, але насамперед перевіряють звіти студентів групи за розкладом). Якщо у виконаній лабораторній роботі є помилки або невідповідності умовам завдання, виконану лабораторну роботу не буде зараховано або буде зараховано з меншими балами.

Екзамен складається із чотирьох запитань, максимальну кількість можливих балів за екзамен рівномірно розподілено між цими запитаннями. Екзамен усний.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

Кількість балів	Оцінка
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено старшим викладачем Сімоненко А. В.

Ухвалено Кафедрою обчислювальної техніки (протокол № 18 від 24.06.2026)

Погоджено Методичною комісією факультету (протокол № 12 від 26.06.2026)