



Системне програмне забезпечення

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Галузь знань	12 Інформаційні технології
Спеціальність	123 Комп'ютерна інженерія
Освітня програма	Комп'ютерні системи та мережі
Статус дисципліни	Нормативна
Форма навчання	Очна (денна), заочна
Рік підготовки, семестр	3 курс, осінній семестр
Обсяг дисципліни	5.5 кредити. Всього – 165 годин. Денна форма: 36 години лекції, 18 годин лабораторні заняття, 111 годин самостійної роботи. Заочна форма: 16 годин лекції, 16 годин лабораторні заняття, 133 годин самостійної роботи.
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Екзамен
Розклад занять	1.5 заняття на тиждень за розкладом http://roz.kpi.ua/
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: старший викладач, Андрій Сімоненко, comsys.spz@gmail.com Лабораторні: старший викладач, Андрій Сімоненко, comsys.spz@gmail.com
Розміщення курсу	https://classroom.google.com/c/NjE5NTY2MTE3Njgw?cjc=twref3e

Програма навчальної дисципліни

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

Дисципліна «Системне програмне забезпечення» спрямована на вивчення принципів роботи, проектування та реалізації ядер операційних систем загального призначення. За основу беруться 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 наступних розділів: ядро та процеси, підтримка багатопотокових програм, файлові системи, управління пам'яттю.

Дисципліна забезпечує наступні компетентності та програмні результати навчання освітньо-професійної програми «Комп'ютерні системи та мережі»:

ЗК1 Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК2 Здатність вчитися і опановувати сучасні знання.

ФК12 Здатність ідентифікувати, класифікувати та описувати роботу програмно-технічних засобів, комп'ютерних та кіберфізичних систем, мереж та їхніх компонентів шляхом використання аналітичних методів і методів моделювання.

ПРН8 Вміти системно мислити та застосовувати творчі здібності до формування нових ідей.

Дисципліна має підготувати студентів до розуміння частин вихідного коду наявних ядер операційних систем загального призначення, що реалізують управління процесами та потоками, системні виклики, файлові системи, управління пам'яттю.

За результатами вивчення дисципліни студент має мати розуміння роботи ядра операційної системи загального призначення, що дозволить працювати з частинами вихідного коду наявних ядер операційних систем загального призначення, розробляти більш ефективні системні та прикладні програми.

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

Необхідні дисципліни: Програмування, Структури даних та алгоритми, Архітектура комп'ютерів, Системне програмування.

Розуміння Асемблера, розуміння C або C++ для читання прикладів у лекціях.

3. Зміст навчальної дисципліни

Розділ 1. Ядро та процеси

- Тема 1.1. Визначення ядра
- Тема 1.2. Режими та контексти виконання
- Тема 1.3. Перехід у режим ядра
- Тема 1.4. Опрацювання апаратних переривань
- Тема 1.5. Системні виклики
- Тема 1.6. Примусове перемикання контексту
- Тема 1.7. Добровільне перемикання контексту
- Тема 1.8. Сигнали
- Тема 1.9. Монолітне ядро та мікроядро
- Тема 1.10. Управління процесами

Розділ 2. Підтримка багатопотокових програм

- Тема 2.1. Багатопотокова програма та синхронізація
- Тема 2.2. Режим N:1
- Тема 2.3. Режим 1:1
- Тема 2.4. Режим N:M

Розділ 3. Файлові системи

- Тема 3.1. Визначення файлової системи
- Тема 3.2. Віртуальна файлова система
- Тема 3.3. Стекові файлові системи
- Тема 3.4. Файлова система для флеш-пам'яті
- Тема 3.5. Вимоги до локальних файлових систем

Розділ 4. Управління пам'яттю

- Тема 4.1. Статичне переміщення, сегментація пам'яті
- Тема 4.2. Віртуальна пам'ять
- Тема 4.3. Алгоритми заміни сторінок
- Тема 4.4. Спільна пам'ять

4. Навчальні матеріали та ресурси

1. Andrew S. Tanenbaum, Herbert Bos. *Modern Operating Systems*, 4th edition - Pearson, 2014. - 1136 p.
2. Daniel P. Bovet, Marco Cesati. *Understanding the Linux Kernel*, 3rd edition - O'Reilly Media, 2005. - 944 p.
3. Richard McDougall, Jim Mauro. *Solaris Internals: Solaris 10 and OpenSolaris Kernel Architecture*, 2nd edition - Prentice Hall, 2006. - 1020 p.
4. Chris Cooper, Chris Moore. *HP-UX 11i Internals* - Prentice Hall, 2004. - 432 p.
5. Amit Singh. *Mac OS X Internals: A Systems Approach* - Addison-Wesley Professional, 2006. - 1641 p.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Методика опанування навчальної дисципліни (очна форма навчання)

Назви розділів і тем	Кількість годин			
	Всього	У тому числі		
		Лекції	Лабораторні заняття	СРС
Розділ 1. Ядро та процеси				
Тема 1.1. Визначення ядра	5	1		4
Тема 1.2. Режими та контексти виконання	4	1		3
Тема 1.3. Перехід у режим ядра	4	1		3
Тема 1.4. Опрацювання апаратних переривань	4	1		3
Тема 1.5. Системні виклики	4	1		3
Тема 1.6. Примусове перемикавання контексту	4	1		3
Тема 1.7. Добровільне перемикавання контексту	4	1		3
Тема 1.8. Сигнали	4	1		3
Тема 1.9. Монолітне ядро та мікроядро	4	1		3
Тема 1.10. Управління процесами	4	1		3
Розділ 2. Підтримка багатопотокових програм				
Тема 2.1. Багатопотокова програма та синхронізація	17	2		15
Тема 2.2. Режим N:1	5	2		3
Тема 2.3. Режим 1:1	5	2		3
Тема 2.4. Режим N:M	5	2		3
Розділ 3. Файлові системи	24		12	12
Тема 3.1. Визначення файлової системи	6	2		4
Тема 3.2. Віртуальна файлова система	5	2		3
Тема 3.3. Стекові файлові системи	5	2		3
Тема 3.4. Файлова система для флеш-пам'яті	5	2		3
Тема 3.5. Вимоги до локальних файлових систем	5	2		3
Розділ 4. Управління пам'яттю	10		6	4
Тема 4.1. Статичне переміщення, сегментація пам'яті	7	2		5
Тема 4.2. Віртуальна пам'ять	10	2		8
Тема 4.3. Алгоритми заміни сторінок	8	2		6
Тема 4.4. Спільна пам'ять	7	2		5
Екзамен	6			
Всього	165	36	18	111

Методика опанування навчальної дисципліни (заочна форма навчання)

Назви розділів і тем	Кількість годин			
	Всього	У тому числі		
		Лекції	Лабораторні заняття	СРС
Розділ 1. Ядро та процеси				

Тема 1.1. Визначення ядра	5	1		4
Тема 1.2. Режими та контексти виконання	4	1		3
Тема 1.3. Перехід у режим ядра	4	1		3
Тема 1.4. Опрацювання апаратних переривань	4	1		3
Тема 1.5. Системні виклики	4	1		3
Тема 1.6. Примусове перемикання контексту	4	1		3
Тема 1.7. Добровільне перемикання контексту	4	1		3
Тема 1.8. Сигнали	4	1		3
Тема 1.9. Монолітне ядро та мікроядро	4	1		3
Тема 1.10. Управління процесами	4	1		3
Розділ 2. Підтримка багатопотокових програм				
Тема 2.1. Багатопотокова програма та синхронізація	17	2		15
Тема 2.2. Режим N:1	5	2		3
Тема 2.3. Режим 1:1	5	2		3
Тема 2.4. Режим N:M	7			7
Розділ 3. Файлові системи	24		12	12
Тема 3.1. Визначення файлової системи	6			6
Тема 3.2. Віртуальна файлова система	5			5
Тема 3.3. Стекові файлові системи	5			5
Тема 3.4. Файлова система для флеш-пам'яті	5			5
Тема 3.5. Вимоги до локальних файлових систем	5			5
Розділ 4. Управління пам'яттю	8		4	4
Тема 4.1. Статичне переміщення, сегментація пам'яті	7			7
Тема 4.2. Віртуальна пам'ять	8			8
Тема 4.3. Алгоритми заміни сторінок	8			8
Тема 4.4. Спільна пам'ять	9			9
Екзамен	6			
Всього	165	16	16	133

Лекційні заняття (очна форма навчання)

№ лекції	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
1	Визначення ядра. Режими та контексти виконання. Середовище виконання програми. Компоненти ОС. Дві частини ядра. Взаємодія програми користувача з ядром. Завдання ядра. Ядро – це також програма. Завантаження ядра в пам'ять. Класифікація ОС за призначенням. Безпечне виконання програм користувача. Рівні привілеїв процесора. Режими виконання. Контексти виконання. Контекст процесу. СРС: Прочитати відповідні теми в літературі.
2	Перехід у режим ядра. Опрацювання апаратних переривань. Умови переходу в режим ядра. Апаратні переривання. Програмні переривання. Виключні ситуації. Піраміда пам'яті. Контролер переривань. Опрацювання переривання, перший варіант. Опрацювання переривання, другий варіант. Опрацювання переривання, третій варіант. Polling. СРС: Прочитати відповідні теми в літературі.
3	Системні виклики. Примусове перемикання контексту. Визначення системного виклику. Виклик системного виклику. Віртуальні системні

	<p>виклики. Режим бінарної сумісності. Одночасне виконання процесів. Реалізація примусового перемикавання контексту. Ядро tickless.</p> <p>СРС: Прочитати відповідні теми в літературі.</p>
4	<p>Добровільне перемикавання контексту. Сигнали.</p> <p>Поняття ресурсу. Реалізація добровільного перемикавання контексту. Відновлення виконання заблокованого процесу. Визначення сигналу. Відправлення сигналу. Доставлення сигналу.</p> <p>СРС: Прочитати відповідні теми в літературі.</p>
5	<p>Монолітне ядро та мікроядро. Управління процесами.</p> <p>Дві парадигми архітектури ядра. Монолітне ядро. Мікроядро. Діаграма станів процесу. Створення нового процесу. Завершення процесу.</p> <p>СРС: Прочитати відповідні теми в літературі.</p>
6	<p>Багатопотокова програма та синхронізація.</p> <p>Визначення багатопотокової програми. Причини розробки багатопотокової програми. Прискорення багатопотокової програми. Синхронізація.</p> <p>СРС: Прочитати відповідні теми в літературі.</p>
7	<p>Режим N:1.</p> <p>Визначення режиму N:1. Реалізація добровільного перемикавання контексту. Реалізація примусового перемикавання контексту. Реалізація механізмів синхронізації. Переваги та недоліки.</p> <p>СРС: Прочитати відповідні теми в літературі.</p>
8	<p>Режим 1:1.</p> <p>Визначення режиму 1:1. «Багатопотокове» ядро. Прив'язка до процесора. Інверсія пріоритетів. Задача, процес, потік. Переваги та недоліки.</p> <p>СРС: Прочитати відповідні теми в літературі.</p>
9	<p>Режим N:M.</p> <p>Визначення режиму N:M. Виклик планувальника ядра. Виклик планувальника користувача. Переваги та недоліки.</p> <p>СРС: Прочитати відповідні теми в літературі.</p>
10	<p>Визначення файлової системи.</p> <p>Визначення. Дескриптор файлу. Типи файлів. Ім'я файлу (крім директорії). Ім'я директорії. Шляхове ім'я. Дерево ФС. Файл-пристрій.</p> <p>СРС: Прочитати відповідні теми в літературі.</p>
11	<p>Віртуальна файлова система.</p> <p>Визначення. Варіант реалізації. П'ять типів дескрипторів файлу. Буферний кеш. Кеш імен файлів. Монтування.</p> <p>СРС: Прочитати відповідні теми в літературі.</p>
12	<p>Стекові файлові системи.</p> <p>Визначення стекової ФС. Варіант реалізації. Приклади стекових ФС. Визначення синтетичної ФС. Приклади синтетичних ФС.</p> <p>СРС: Прочитати відповідні теми в літературі.</p>
13	<p>Файлова система для флеш-пам'яті.</p> <p>Властивості флеш-пам'яті NAND. Журнальна ФС. Варіанти оптимізації.</p> <p>СРС: Прочитати відповідні теми в літературі.</p>
14	<p>Вимоги до локальних файлових систем.</p> <p>Extent. Контрольні суми. Шифрування даних. Стиснення даних. Масиви. Дзеркала. Дедуплікація. Знімки. Журналювання.</p>

	СРС: Прочитати відповідні теми в літературі.
15	Статичне переміщення, сегментація пам'яті. Статичне переміщення. Сегментація пам'яті. Swapping. Overlay. СРС: Прочитати відповідні теми в літературі.
16	Віртуальна пам'ять. Визначення віртуальної пам'яті. Фізичні та віртуальні сторінки. Таблиця сторінок. Інвертована таблиця сторінок. Хешована таблиця сторінок. Адресна карта процесу. Буфер асоціативної трансляції. СРС: Прочитати відповідні теми в літературі.
17	Алгоритми заміни сторінок. Робочий набір. Алгоритми заміни сторінок. Paging, demand paging, pefault. Thrashing. Локальна та глобальна політики. Розфарбовування сторінок. Суперсторінки. СРС: Прочитати відповідні теми в літературі.
18	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. СРС: Прочитати відповідні теми в літературі.

Лекційні заняття (заочна форма навчання)

№ лекції	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
1	Визначення ядра. Режими та контексти виконання. Середовище виконання програми. Компоненти ОС. Дві частини ядра. Взаємодія програми користувача з ядром. Завдання ядра. Ядро – це також програма. Завантаження ядра в пам'ять. Класифікація ОС за призначенням. Безпечне виконання програм користувача. Рівні привілеїв процесора. Режими виконання. Контексти виконання. Контекст процесу. СРС: Прочитати відповідні теми в літературі.
2	Перехід у режим ядра. Опрацювання апаратних переривань. Умови переходу в режим ядра. Апаратні переривання. Програмні переривання. Виключні ситуації. Піраміда пам'яті. Контролер переривань. Опрацювання переривання, перший варіант. Опрацювання переривання, другий варіант. Опрацювання переривання, третій варіант. Polling. СРС: Прочитати відповідні теми в літературі.
3	Системні виклики. Примусове перемикавання контексту. Визначення системного виклику. Виклик системного виклику. Віртуальні системні виклики. Режим бінарної сумісності. Одночасне виконання процесів. Реалізація примусового перемикавання контексту. Ядро tickless. СРС: Прочитати відповідні теми в літературі.
4	Добровільне перемикавання контексту. Сигнали. Поняття ресурсу. Реалізація добровільного перемикавання контексту. Відновлення виконання заблокованого процесу. Визначення сигналу. Відправлення сигналу. Доставлення сигналу. СРС: Прочитати відповідні теми в літературі.
5	Монолітне ядро та мікроядро. Управління процесами. Дві парадигми архітектури ядра. Монолітне ядро. Мікроядро. Діаграма станів процесу. Створення нового процесу. Завершення процесу. СРС: Прочитати відповідні теми в літературі.

6	Багатопотокова програма та синхронізація. Визначення багатопотокової програми. Причини розробки багатопотокової програми. Прискорення багатопотокової програми. Синхронізація. СРС: Прочитати відповідні теми в літературі.
7	Режим N:1. Визначення режиму N:1. Реалізація добровільного перемикавання контексту. Реалізація примусового перемикавання контексту. Реалізація механізмів синхронізації. Переваги та недоліки. СРС: Прочитати відповідні теми в літературі.
8	Режим 1:1. Визначення режиму 1:1. «Багатопотокове» ядро. Прив'язка до процесора. Інверсія пріоритетів. Задача, процес, потік. Переваги та недоліки. СРС: Прочитати відповідні теми в літературі.

Лабораторні заняття (очна форма навчання)

Вибрати три лабораторні роботи для виконання з п'яти запропонованих, для виконання кожної лабораторної роботи треба однаковий час.

№ з/п	Назва лабораторної роботи
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

Лабораторні заняття (заочна форма навчання)

Вибрати три лабораторні роботи для виконання з п'яти запропонованих, для виконання кожної лабораторної роботи треба однаковий час.

№ з/п	Назва лабораторної роботи
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 із лекцій та виконання лабораторних робіт студенти мають опрацьовувати знання, що були отримані під час лекцій та лабораторних робіт, самостійно вивчаючи певні теми, використовуючи інформацію з Internet, поглиблюючи свої знання для подальшого навчання.

Самостійне вивчення полягає в наступному:

1. Вивчення та розуміння тем з попередніх лекцій.
2. Виконання завдань, наданих для самостійного вивчення.
3. Виконання лабораторних робіт.
4. Написання звітів до лабораторних робіт.

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Політика курсу повністю відповідає правилам та нормам, що видані КПІ. Відповідно до Кодексу честі інституту кожний студент виконує кожну лабораторну роботу самостійно. Якщо лабораторна робота виконана студентом не самостійно (навіть якщо в рішенні змінено щось неприципове), тоді вона не зараховується.

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

Згідно з правилами, що видані КПІ, максимальна кількість балів 100 розподіляється між лабораторними роботами та екзаменом. Усього можна отримати 45 балів за виконання трьох лабораторних робіт та 55 балів за відповіді на питання на екзамені. Максимальний бал за кожну лабораторну роботу дорівнює 15. Необхідно самостійно вибрати три лабораторні роботи з п'яти запропонованих.

Для зарахування лабораторної роботи необхідно набрати 60 % від максимальної кількості балів за неї. Щоб отримати допуск до екзамену необхідно здати всі лабораторні роботи. Для отримання першої атестації необхідно мати зараховану одну лабораторну роботу. Для отримання другої атестації необхідно мати зараховані дві лабораторні роботи. Перша лабораторна робота оцінюється з 1 штрафним балом після завершення першої атестації, оцінюється з 2 штрафними балами після завершення другої атестації. Друга лабораторна робота оцінюється з 1 штрафним балом після завершення другої атестації. Будь-яка лабораторна робота оцінюється з 2 штрафними балами після завершення основної залікової сесії. Кількість спроб здачі будь-якої лабораторної роботи обмежена двома спробами, штрафні бали не нараховуються за незараховану першу спробу. Здачі та перевірки звітів про виконані лабораторні роботи відбуваються за розкладом занять групи (можна відвідувати заняття інших груп із потоку, але насамперед перевіряються звіти студентів групи за розкладом). Якщо у виконаній лабораторній роботі присутні помилки або невідповідності умовам завдання, тоді лабораторна робота не зараховується або зараховується з меншими балами (рішення про бали приймає викладач та повідомляє автору роботи).

Екзамен складається із чотирьох питань, максимальна кількість можливих балів за екзамен рівномірно розподіляється між цими чотирма питаннями. 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 № 13 від 10.05.2023)

Погоджено Методичною комісією факультету (протокол № 11 від 29.06.2023)