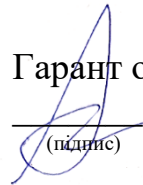


Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

Кафедра комп'ютерних систем, мереж і кібербезпеки (№ 503)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Гарант освітньої програми


(підпис)

А.В. Шостак
(ініціали та прізвище)

« 30 » серпня 2024 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА ОБОВ'ЯЗКОВОЇ
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

Операційні системи

(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: 12 "Інформаційні технології"
(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність: 123 "Комп'ютерна інженерія"
(код та найменування спеціальності)

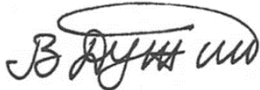
Освітня програма: Системне програмування
(найменування освітньої програми)

Форма навчання: денна

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

Харків 2024 рік

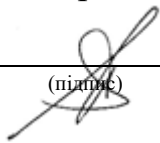
Розробник: Дужий В. І., доцент, к.т.н., доцент
(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь та вчене звання)


(підпис)

Робочу програму розглянуто на засіданні кафедри _____
комп'ютерних систем, мереж і кібербезпеки
(назва кафедри)

Протокол № 1 від « 30 » 08 2024 р.

Завідувач кафедри д.т.н., професор
(науковий ступінь та вчене звання)


(підпис)

В. С. Харченко
(ініціали та прізвище)

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітня програма, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни (денна форма навчання)	
Кількість кредитів – 4,5	Галузь знань <u>12 "Інформаційні технології"</u> (шифр та найменування) Спеціальність <u>123 "Комп'ютерна інженерія"</u> (код та найменування) Освітня програма <u>Системне програмування</u> (найменування)	Обов'язкова	
Кількість модулів – 1		Навчальний рік	
Кількість змістовних модулів – 2		2024/ 2025	
Індивідуальне завдання: <u>немає</u>		Семестр	
Загальна кількість годин: 48 / 135		<u>4-й</u>	
		Лекції ¹⁾	
		<u>32</u> годин	
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 3 самостійної роботи студента – 5,4		Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)	Практичні, семінарські¹⁾ 0 годин
			Лабораторні ¹⁾ 16 годин
			Самостійна робота <u>87</u> годин
		Вид контролю іспит	

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить: для денної форми навчання – 48 / 87;

¹⁾ Аудиторне навантаження може бути зменшене або збільшене на одну годину в залежності від розкладу занять.

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета: (ОК14) надання студентам знань і навичок у галузі фундаментальних концепцій і практичних рішень, які покладені і основу сучасних операційних систем (ОС); ознайомлення з функціями, структурою, принципами побудови, основами функціонування і використання операційних систем і їх компонентів.

Завдання: (ОК14) опанування системними знаннями про архітектуру ОС Windows, Linux, Android;

- придбання знань про структури даних, які використовуються у базових підсистемах ОС;
- придбання знань про алгоритми роботи базових підсистем ОС;
- придбання знань про об'єкти ядра та API ОС, які використовуються у системному програмуванні.

Компетентності, які набуваються:

- ЗК2. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.
- ЗК3. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
- ФК6. Здатність проектувати, впроваджувати та обслуговувати комп'ютерні системи та мережі різного виду та призначення.
- ФК8. Готовність брати участь у роботах з впровадження комп'ютерних систем та мереж, введення їх до експлуатації на об'єктах різного призначення.
- ФК9. Здатність системно адмініструвати, використовувати, адаптувати та експлуатувати наявні інформаційні технології та системи.
- ФК10. Здатність здійснювати організацію робочих місць, їхнє технічне оснащення, розміщення комп'ютерного устаткування, використання організаційних, технічних, алгоритмічних та інших методів і засобів захисту інформації.
- ФК15. Здатність аргументувати вибір методів розв'язування спеціалізованих задач, критично оцінювати отримані результати, обґрунтовувати та захищати прийняті рішення.
- ФК16. Здатність розробляти та адаптувати операційні системи різних типів при побудові та використанні комп'ютерних систем та мереж.
- ФК17. Здатність розробляти, налагоджувати та адмініструвати системи управління контентом (CMS) для веб-застосунків.
- ФК 18. Здатність аналізувати, оцінювати та забезпечувати надійність системного програмного забезпечення впродовж розроблення, тестування та використання.

Очікувані результати навчання:

- ПРН1. Знати і розуміти наукові положення, що лежать в основі функціонування комп'ютерних засобів, систем та мереж.
- ПРН3. Знати новітні технології в галузі комп'ютерної інженерії.
- ПРН7. Вміти розв'язувати задачі аналізу та синтезу засобів, характерних для спеціальності.
- ПРН8. Вміти системно мислити та застосовувати творчі здібності до формування нових ідей.

– ПРН9. Вміти застосовувати знання технічних характеристик, конструктивних особливостей, призначення і правил експлуатації програмно-технічних засобів комп'ютерних систем та мереж для вирішення технічних задач спеціальності.

– ПРН10. Вміти розробляти програмне забезпечення для вбудованих і розподілених застосунків, мобільних і гібридних систем, розраховувати, експлуатувати, типове для спеціальності обладнання.

– ПРН13. Вміти ідентифікувати, класифікувати та описувати роботу комп'ютерних систем та їх компонентів.

– ПРН16. Вміти оцінювати отримані результати та аргументовано захищати прийняті рішення.

– ПРН22. Вміти розробляти та адаптувати операційні системи різних типів при побудові та використанні комп'ютерних систем та мереж.

Пререквізити

ОК1 – Вища математика;

ОК2 – Дискретна математика;

ОК4 – Технології програмування;

ОК6 – Фізика;

ОК9 – Архітектура комп'ютерів і програмування на асемблері;

ОК10 – Комп'ютерна схемотехніка;

ОК11 – Моделі та структури даних;

ВК1 – Правова компетентність;

ВК4 – Формування системного наукового світогляду.

Кореквізити

ОК14 – Операційні системи;

ВК14 – Дисципліна із циклу за вибором кафедри 503 (КП1);

ОК25 – Захист інформації в комп'ютерних системах;

ОК27 – Системне програмування;

Інструментальні засоби і технології

1. Microsoft Word і Microsoft Excel, які входять в офісний пакет Microsoft Office. Припускається використання аналогічних продуктів інших виробників.

2. Інтегроване середовище розробки програмного забезпечення Visual Studio.

3. Програмне забезпечення проміжного рівня Microsoft Framework, мова програмування C#, технологія Windows Form.

3. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1. Базова організація ОС

Змістовний модуль 1. Базові поняття ОС. Організація базових сервісів ОС

Тема 1. Предмет, мета вивчення і задачі дисципліни.

Структура і зміст дисципліни, а також методичні рекомендації по її вивченню. Місце дисципліни в навчальному процесі. Вимоги до знань і умінь студентів. Характеристика рекомендованих під час вивчення дисципліни джерел інформації.

Компетентності та результати навчання згідно ОП, які мають набути студенти в результаті опанування дисципліни.

Англомовна термінологія в області ОС.

Призначення ОС. Функції ОС. Нефункціональні вимоги до ОС. Життєвий цикл ОС. Характеристики ОС.

Тема 2. Огляд операційних систем.

Класифікація ОС. ОС мейнфреймів. Серверні ОС. ОС для персональних комп'ютерів. ОС мобільних пристроїв. ОС реального часу. Вбудовані ОС.

Хмарні обчислення. Поняття інфраструктури. IaaS. PaaS. SaaS. Постачальники хмарних сервісів. Інші види хмарних сервісів (EaaS, AaaS, MaaS).

Тема 3. Архітектура ОС.

Поняття платформи. Стек технологій. Поняття архітектури ОС. Принципи формування архітектури. Приклади архітектур ОС. Поняття ядра. Режими роботи ядра. Архітектура ядра. Монолітне ядро. Ядро на основі мікроархітектури. Гібридне ядро. Компоненти систем на основі ОС. Архітектура системи без ОС.

Тема 4. Процеси.

Ресурси і об'єкти ОС. Види ресурсів. Види об'єктів.

Ресурс "Процесор". Режими роботи процесора. Програмно доступні регістри. Призначені для користувача регістри. Системні регістри. Прапорці. Рівні захисту. Кільця захисту. Сегмент стану завдання. Виклик API. Структура даних "Task".

Процес – базові визначення. Підсистема "Processing". Визначення процесу і потоку.

Тема 5. Життєвий цикл процесу.

Життєвий цикл процесу. Стан процесу. Модель процесу з 5 станами: діаграма, опис станів, операції. Модель процесу з 6 станами: діаграма, опис станів, операції. Модель процесу з 7 станами: діаграма, опис станів, операції.

Структури даних для реалізації моделей на основі станів. Первинна таблиця процесів.

Тема 6. Опис процесів в ОС.

Образ процесу. Структури даних для процесу. Структури даних для потоку. Створення процесу в Windows. Довжина структур EPROCESS і ETHREAD. Атрибути процесу. Керуюча інформація процесу. Структури даних для опису ресурсів ОС.

Атрибути процесу. Керування процесами. Алгоритм створення процесу. API створення процесів у Windows і Linux.

Тема 7. Планування у системах з одним процесором.

Традиційні стратегії планування. Базові визначення планування. Короткострокове планування. Критерії оцінювання стратегій. Пріоритет процесів. Види стратегій планування. Часові характеристики потоку.

Стратегії планування, які не витісняють. Стратегія FCFS. Стратегія SPN. Стратегія HRRN.

Стратегії планування, які витісняють. Стратегія SRT. Стратегія RR.

Тема 8. Сучасні стратегії планування.

Недоліки традиційних стратегій планування. Справедливе планування (FSS). Формули. Традиційне планування в UNIX. Формула.

Багаторівнева стратегія із зворотними зв'язками (ML FB). Планування в Windows. Стратегія зміни пріоритетів. Багатопроцесорне планування.

Тема 9. Планування у системах з багатьма процесорами.

Апаратне забезпечення паралельних обчислень. Планування мультипроцесора. Складнощі планування МПС. Алгоритми планування симетричних МПС.

Призначення процесорів процесам. Планування на основі розподілу часу. Планування на основі розподілу часу. Спільне використання простору. Бригадне планування. Динамічне планування.

Тема 10. Розширені можливості процесів.

Віртуалізація. Історія віртуалізації. Гіпервізор. Реалізація гіпервізора. Технології гіпервізорів. Архітектура MS Hyper-V. Дочірні партиції. Висновки використання віртуалізації.

Контейнеризація. Визначення. Віртуальні машини vs контейнеризації. Витоки контейнеризації. LXC-контейнери vs Docker. Головні сутності Docker. Процес розроблення в середовищі Docker. Пісочниця. "Пісочниця" Windows Sandbox.

Шкідливе ПЗ. Практика використання процесів у LINUX. Практика використання процесів у Windows.

Тема 11. Керування пам'яттю.

Ресурс "Пам'ять". Вимоги до керування пам'яттю. Логічна організація пам'яті. Переміщення. Захист пам'яті. Спільне використання.

Багаторівнева організація пам'яті.

Уразливості в процесорах, пов'язані з пам'яттю.

Тема 12. Стратегії організації пам'яті. Прості стратегії керування пам'яттю.

Завдання диспетчера пам'яті. Стратегії розподілу пам'яті.

Розподіл пам'яті в однозадачних системах.

Прості способи розподілу пам'яті. Розподіл пам'яті з фіксованими розділами однакової довжини. Розподіл пам'яті з фіксованими розділами різної довжини.

Динамічний розподіл пам'яті. Поняття фрагментації пам'яті в системах з динамічним розподілом. Оптимізація пам'яті в системах з динамічним розподілом. Алгоритми виділення пам'яті процесам в системі з динамічним

розподілом. Обчислення адрес в процесорах. Структури даних, які забезпечують прості методи керування пам'яттю.

Тема 13. Сегментно-сторінкова організація пам'яті.

Сегментно-сторінкові технології організації пам'яті.

Сторінкова організація пам'яті. Таблиця сторінок процесу. Обчислення адреси.

Сегментна організація пам'яті. Таблиця сегментів процесу. Обчислення адреси.

Сегментна організація пам'яті у реальному режимі МП x86. Схема формування адреси. Сегментні регістри. Завантаження сегментних регістрів у програмі. Розподіл адресного простору в МП 8086.

Розподіл пам'яті з системою двійників. Система ледачих двійників.

Тема 14. Віртуальна організація пам'яті.

Поняття віртуальної пам'яті. Принципи організації. Достоїнства і недоліки. Механізм роботи. Поняття локалізації.

Структури даних, які підтримують віртуальну пам'ять. Алгоритм функціонування віртуальної пам'яті. Ефективність функціонування віртуальної пам'яті. Буфер пошуку трансляції TLB.

Віртуальна сторінкова організація пам'яті. Формат адреси. Таблиця сторінок процесу. Формат запису. Схема формування адреси.

Віртуальна сегментна організація пам'яті. Формат адреси. Таблиця сегментів процесу. Формат запису. Схема формування адреси.

Багаторівнева організація пам'яті. Необхідність. Формат адреси. Таблиці сторінок процесу. Принцип організації. Схема формування адреси.

Програмна підтримка віртуальної пам'яті. Резидентна множина. Поняття заміщення сторінок. Алгоритми заміщення.

Оптимальний алгоритм. Алгоритм FIFO. Часовий алгоритм. Алгоритм LRU. Алгоритм NRU. Алгоритм NFU.

Модульний контроль

Змістовний модуль 2. Паралельні обчислювання.

Тема 15. Взаємовиключення. Програмна реалізація.

Поняття і необхідність взаємовиключення. Принципи організації взаємовиключення. Методи реалізації взаємовиключення. Способи програмної реалізації взаємовиключення.

Алгоритм версії 1. Алгоритм версії 2. Алгоритм версії 3. Алгоритм версії 4. Алгоритм Деккера. Алгоритм Петерсона. Алгоритм Лемпорта.

Тема 16. Апаратна реалізація взаємовиключень.

Способи апаратної реалізації взаємовиключення. Заборона переривань. Команди процесора testAndSet і xchg. Префікс блокування lock. Команди xchg, xadd, cmpxchg.

Потокобезпечні API для роботи зі змінними, що розділяються.

Тема 17. Об'єкти ядра для реалізації взаємовиключень.

Реалізація взаємовиключення засобами ОС. Поняття семафора. Операції з семафорами. Види семафорів. Реалізація бінарних семафорів. Реалізація рахуючих семафорів.

Реалізація взаємовиключення засобами Framework (VM).

Реалізація взаємовиключення засобами мови програмування високого рівня.

Реалізація засобами бібліотек високого рівня.

Тема 18. Класичні задачі паралельних обчислень.

Типові задачі. Реалізація взаємовиключення за допомогою семафорів. Реалізація синхронізації двох нерівноправних процесів за допомогою семафорів.

Задача виробник-споживач. Постановка задачі. Рішення задачі використанням семафорів для нескінченної черги.

Задача виробник-споживач. Постановка задачі. Рішення задачі використанням семафорів для кінцевої черги.

Тема 19. Повідомлення.

Передача повідомлень. Функції для роботи з повідомленнями. Види синхронізації. Формат повідомлення. Адресація учасників. Види адресації.

Реалізація критичної секції і синхронізації за допомогою повідомлень.

Реалізація задачі виробник-споживач за допомогою повідомлень.

Модульний контроль.

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістовних модулів і тем	Кількість годин				
	Денна форма				
	Усього	У тому числі			
		л	п	лаб.	с. р.
1	2	3	4	5	6
Модуль 1					
Змістовний модуль 1. Базові поняття ОС. Організація базових сервісів ОС					
Тема 1. Предмет, мета вивчення і задачі дисципліни.	3	2			1
Тема 2. Огляд операційних систем.	4	2			2
Тема 3. Архітектура ОС.	4	2			2
Тема 4. Процеси.	4	2			2
Тема 5. Життєвий цикл процесу. Опис процесів.	4	2			2
Тема 6. Опис процесів в ОС.	6	2			4
Тема 7. Планування у системах з одним процесором.	12	2		2	8
Тема 8. Сучасні стратегії планування.	12	2		2	8
Тема 9. Планування у системах з багатьма процесорами.	4	2			2
Тема 10. Розширені можливості процесів.	6				6
Тема 11. Керування пам'яттю.	12	2		2	8
Тема 12. Стратегії організації пам'яті. Прості стратегії керування пам'яттю.	4	2			2
Тема 13. Сегментно-сторінкова організація пам'яті.	12	2		2	8
Тема 14. Віртуальна організація пам'яті.	12	2		2	8
Модульний контроль					
Разом за змістовним модулем 1	99	26		10	63
Змістовний модуль 2. Паралельні обчислювання					
Тема 15. Взаємовиключення. Програмна реалізація.	8	2		2	4
Тема 16. Апаратна реалізація взаємовиключень.	4				4
Тема 17. Об'єкти ядра для реалізації взаємовиключень.	8	2		2	4
Тема 18. Класичні задачі паралельних обчислень.	8	2		2	4
Тема 19. Повідомлення.	8				8

Модульний контроль					
Разом за змістовним модулем 2	36	6		6	24
Усього годин за дисципліною	135	32		16	87

5. Теми семінарських занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	<i>Не передбачено</i>	
	Разом	

6. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	<i>Не передбачено</i>	
	Разом	

7. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Вивчення принципів роботи кеш-пам'яті.	2
2	Вивчення простих алгоритмів планування.	2
3	Вивчення алгоритму справедливого планування.	2
4	Вивчення принципів роботи сторінкової та сегментної організації пам'яті.	2
5	Вивчення алгоритмів заміщення віртуальної пам'яті.	2
6	Вивчення програмної реалізації алгоритмів взаємовиключень.	2
7	Програмне моделювання семафорів.	2
8	Реалізація класичних задач паралельного програмування за допомогою семафорів.	2
	Разом	16

8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Предмет, мета вивчення і задачі дисципліни.	1
2	Огляд операційних систем.	2
3	Архітектура ОС.	2
4	Процеси.	2
5	Життєвий цикл процесу. Опис процесів.	2

6	Опис процесів в ОС.	4
7	Планування у системах з одним процесором.	8
8	Планування у системах з одним процесором.	8
9	Планування у системах з багатьма процесорами.	2
10	Розширені можливості процесів.	6
11	Керування пам'яттю.	8
12	Стратегії організації пам'яті. Прості стратегії керування пам'яттю.	2
13	Сегментно-сторінкова організація пам'яті.	8
14	Віртуальна організація пам'яті.	8
15	Взаємовиключення. Програмна реалізація.	4
16	Апаратна реалізація взаємовиключень.	4
17	Об'єкти ядра для реалізації взаємовиключень.	4
18	Класичні задачі паралельних обчислень.	4
19	Повідомлення.	8
	Разом	87

9. Індивідуальні завдання

Не передбачено

10. Методи навчання

Проведення аудиторних лекцій, лабораторних занять, консультацій, а також самостійна робота студентів за матеріалами, опублікованими кафедрою.

11. Методи контролю

Проведення поточного контролю, тестування знань, письмового модульного контролю, підсумковий контроль у вигляді іспиту.

12. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують студенти

12.1. Розподіл балів, які отримують студенти (кількісні критерії оцінювання)

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Змістовний модуль 1			
Робота на лабораторних заняттях	0...10	5	0...50
Модульний контроль	0...10	1	0...10
Змістовний модуль 2			
Робота на лабораторних заняттях	0...10	3	0...30
Модульний контроль	0...10	1	0...10
Усього за семестр			0...100

Семестровий контроль у вигляді іспиту проводиться у разі відмови студента від балів поточного тестування й за наявності допуску до іспиту. Під час складання семестрового іспиту студент має можливість отримати максимум 100 балів.

Білет для іспиту складається із двох теоретичних та одного практичного запитання, максимальна кількість балів за кожне теоретичне запитання, складає 33 балів, а за практичне – 34 балів.

12.2. Якісні критерії оцінювання

Необхідний обсяг знань для одержання позитивної оцінки:

- знати функції та алгоритми роботи кеш-пам'яті;
- знати алгоритми планування процесора;
- знати головні принципи побудови системи керування процесами;
- знати головні принципи побудови системи керування пам'яттю;
- знати головні ресурси комп'ютера з погляду операційної системи;
- знати головні методи паралельного програмування;
- знати головні об'єкти операційної системи для міжпроцесної взаємодії;

Необхідний обсяг вмінь для одержання позитивної оцінки:

- уміти обчислювати адреси у кеш-пам'яті;
- уміти обчислювати адреси у пам'яті підсистемі пам'яті з сегментною та сторінковою організацією;
- уміти застосовувати алгоритми планування;
- уміти розробляти та тестувати програми, які керуються станами;
- уміти розробляти та тестувати програми, які моделюють програмні алгоритми взаємовиключень;
- уміти розробляти та тестувати програми, які використовують об'єкти операційної системи.

Необхідний обсяг навичок для одержання позитивної оцінки:

- вміти створювати кілька проектів в одному рішенні у середовищі MS Visual Studio;
- вміти розробляти програми, які керуються станами (на основі автоматної моделі);
- вміти розробляти, запускати на виконання та тестувати програми у середовищі MS Visual Studio із використанням технології Windows Form;
- вміти використовувати середовище MS Excel для моделювання та обчислення типових задач, які вирішує операційні системи.

12.3 Критерії оцінювання роботи студента протягом семестру

Задовільно (60 – 74). Показати мінімум знань та умінь. Показати позитивні результати по лабораторним роботам 1 – 3.

Знати алгоритми роботи планувальників.

Добре (75 – 89). Твердо знати мінімум. Показати позитивні результати по лабораторним роботам 4 – 6.

Знати алгоритми роботи кеш-пам'яті. Знати алгоритми роботи простих методів розподілу пам'яті. Знати алгоритми роботи сторінкових і сегментних методів розподілу пам'яті.

Знати програмні та апаратні методи реалізації взаємовиключень.

Вміти тестувати алгоритми розподілу пам'яті.

Вміти розробляти та тестувати типові задачі моделювання програмних та апаратних методів взаємовиключення, які вирішують програмно за допомогою Windows Form.

Відмінно (90 – 100). Здати всі лабораторні роботи з оцінкою «відмінно». Досконально знати всі теми та вміти їх застосовувати.

Знати методи реалізації взаємовиключень за допомогою семафорів та критичних секцій.

Вміти програмно реалізувати семафори.

Вміти розробляти та тестувати типові задачі паралельного програмування, які вирішують за допомогою семафорів.

Вміти розробляти та тестувати типові задачі моделювання, які вирішують за допомогою моніторів.

Шкала оцінювання: бальна і традиційна

Сума балів	Оцінка за традиційною шкалою	
	Іспит, диференційований залік	Залік
90 – 100	Відмінно	Зараховано
75 – 89	Добре	
60 – 74	Задовільно	
0 – 59	Незадовільно	Не зараховано

13. Методичне забезпечення

1. Сторінка дисципліни у системі дистанційного навчання «Ментор» [Ел. ресурс]. URL: <https://mentor.khai.edu/course/view.php?id=1620>

14. Рекомендована література

Базова

1. Мосіюк О. О., Федорчук А. Л. Операційні системи та системне програмування : навч. посіб. Житомир : ЖДУ ім. Івана Франка, 2022. 76 с.

2. Задерейко О. В., Зіноватна С. Л., Толокнов А. А. Операційні системи : навч. посіб. Одеса : Фенікс, 2022. 140 с.

3. Tanenbaum A., Bos H. Modern Operating Systems. 5th ed. Pearson, 2022. 1184 p.

4. William Stallings. Operating Systems : Internals and Design Principles. 9th ed. Pearson, 2021. 800 p.

5. Гаркуша І. М. Конспект лекцій з дисципліни "Операційні системи" для студентів галузі знань 12 "Інформаційні технології" спеціальності "Інформаційні системи і технології". Дніпро : НТУ "ДП", 2020. 73 с.

6. Зайцев В. Г., Дробязко І. П. Операційні системи : навч. посіб. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. 240 с.

7. Операційні системи : навч. посіб. / І. М. Федотова-Півень та ін.; за ред. В. М. Рудницького. Харків : ТОВ «ДІСА ПЛЮС», 2019. 216 с.

8. Погребняк Б. І., Булаєнко М. В. Операційні системи : навч. посіб. Харків : ХНУМГ ім. О.М. Бекетова, 2018. 104 с.

9. Авраменко В. С., Авраменко А. С. Основи операційних систем. Навчальний посібник. Черкаси : ЧНУ імені Богдана Хмельницького, 2018. 524 с.

Допоміжна

1. Жихаревич В. В. Операційні системи : методичні рекомендації до лабораторних робіт. Чернівці : Рута, 2010. 248 с.

2. Шеховцов В.А. Операційні системи. К.: Видавнича група BHV, 2005. – 576 с., іл.

15. Інформаційні ресурси

The Intel 64 and IA-32 Architectures Software Developer's Manual consists of four volumes:

Basic Architecture, Order Number 253665;

Instruction Set Reference, A-Z, Order Number 325383;

System Programming Guide, Order Number 325384;

Model-Specific Registers, Order Number 335592.

Refer to all four volumes when evaluating your design needs.

1. Intel® 64 and IA-32 Architectures. Software Developer's Manual. Volume 1: Basic Architecture. Order Number: 253665-081US, September 2023. 500 p.

2. Intel® 64 and IA-32 Architectures. Software Developer's Manual. Volume 2 (2A, 2B, 2C & 2D): Instruction Set Reference, A-Z. Order Number: 325383-081US, September 2023. 2522 p.

3. Intel® 64 and IA-32 Architectures. Software Developer's Manual. Volume 3 (3A, 3B, 3C & 3D): System Programming Guide. Order Number: 325384-081US, September 2023. 1536 p.

4. Intel® 64 and IA-32 Architectures. Software Developer's Manual. Volume 4: Model-Specific Registers. Order Number: 335592-081US, September 2023. 524 p.