

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ СЕМЕНА КУЗНЕЦЯ



"ЗАТВЕРДЖУЮ"

Проректор з навчально-методичної роботи

Каріна НЕМАШКАЛО

**СИСТЕМНЕ ПРОГРАМУВАННЯ ТА ОПЕРАЦІЙНІ СИСТЕМИ**

робоча програма навчальної дисципліни

Галузь знань 12 "Інформаційні технології"  
Спеціальність 124 "Системний аналіз"  
Освітній рівень перший (бакалаврський)  
Освітня програма "Управління складними системами"

Статус дисципліни обов'язкова  
Мова викладання, навчання та оцінювання українська

Завідувач кафедри  
інформаційних систем

Ірина УШАКОВА

Харків  
2022

ЗАТВЕРДЖЕНО  
на засіданні кафедри інформаційних систем  
Протокол № 1 від 26.08.2022 р.

Розробник:  
Коцюба Василь Петрович, кандидат технічних наук, доцент.

**Лист оновлення та перезатвердження  
робочої програми навчальної дисципліни**

Навчальний рік	Дата засідання кафедри – розробника РПНД	Номер протоколу	Підпис завідувача кафедри

## Анотація навчальної дисципліни

Сучасні можливості комп'ютерної техніки в питаннях збору, обробки та видачі необхідної інформації здатні значно підвищити якість економічних розрахунків, зробити більш ефективним процес обґрунтування економічних рішень. Але успішне використання потужного комп'ютеризованого обладнання та програмного забезпечення неможливо без чіткого розуміння особливостей функціонування всіх його складових частин, а це, в свою чергу, вимагає твердих знань процесів, які відбуваються в операційній системі на рівні управління ресурсами під час їхньої роботи.

Знання основ системного програмування й побудови операційних систем стає все далі актуальнішим, оскільки тенденції розвитку комп'ютерної техніки свідчать про те, що з однієї сторони складність та функціональні можливості комп'ютерного обладнання постійно і швидко зростають, а з іншої сторони, спостерігається постійна тенденція до персоніфікації цієї складної техніки. Тобто задача підтримки персонального комп'ютера в робочому стані, налагоджування роботи його програмного забезпечення та конфігурації, своєчасний upgrade (patch, crack), все далі стає проблемою не професіоналів-фахівців, а конкретного користувача відповідного персонального комп'ютера.

Вивчення дисципліни "Системне програмування та операційні системи" передбачає набуття теоретичних знань та опанування практичними навичками, пов'язаними з появою нових механізмів взаємодії системного та користувачевого програмного забезпечення, які потрібні для складання програм з найбільш вживаних мов програмування.

**Метою** навчальної дисципліни "Системне програмування та операційні системи" є надання здобувачам вищої освіти спеціальних знань з засвоєння теоретичних основ побудови, принципів проектування, конфігурування й застосування різних сучасних операційних систем, які забезпечують організацію обчислювальних процесів у корпоративних інформаційних системах економічного, управлінського, виробничого, наукового й іншого призначення, а також надання практичних навичок щодо автоматизації повсякденних завдань адміністрування.

**Завданнями** навчальної дисципліни є:

засвоєння принципів побудови, призначення, структури, функції та реалізації системного програмування й еволюції операційних систем, їх підсистем, механізмів керування ресурсами; засвоєння основних методів діагностики, відновлення, моніторингу й оптимізації складових операційної системи;

оволодіння навичками взаємодії з об'єктами операційної системи шляхом дослідження їх характеристик та способів експлуатації.

**Предметом** навчальної дисципліни є сучасні теоретичні концепції та методології, принципи функціонування, вибору і практичної реалізації системного програмування та складових операційних систем комп'ютерної техніки.

## Характеристика навчальної дисципліни

Курс	2
Семестр	3
Кількість кредитів ECTS	5
Форма підсумкового контролю	Екзамен

## Структурно-логічна схема вивчення дисципліни

Пререквізити	Постреквізити
Основи алгоритмізації	Електронна комерція
Програмування	Системний аналіз

## Компетентності та результати навчання за дисципліною

### Компетентності

Компетентності	Результати навчання
Інтегральна компетентність. Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми системного аналізу у професійній діяльності або в процесі навчання, що передбачають застосування теоретичних положень та методів системного аналізу та інформаційних технологій і характеризуються комплексністю та невизначеністю умов	РН-8. Володіти сучасними методами розробки програм і програмних комплексів та прийняття оптимальних рішень щодо складу програмного забезпечення, алгоритмів процедур і операцій. РН-9. Вміти створювати ефективні алгоритми для обчислювальних задач системного аналізу та систем підтримки прийняття рішень.
КЗ 1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу	РН6. Знати та вміти застосовувати основні методи постановки та вирішення задач системного аналізу в умовах невизначеності цілей, зовнішніх умов та конфліктів.
КЗ 2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях КЗ 3. Здатність планувати і управляти часом КЗ 14. Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт КФ 6. Здатність до комп'ютерної реалізації математичних моделей реальних систем і процесів; проектувати, застосовувати і супроводжувати програмні засоби моделювання, прийняття рішень, оптимізації, обробки інформації, інтелектуального аналізу даних КФ 8. Здатність організувати роботу з аналізу та проектування складних систем, створення відповідних інформаційних технологій та програмного забезпечення	РН-8. Володіти сучасними методами розробки програм і програмних комплексів та прийняття оптимальних рішень щодо складу програмного забезпечення, алгоритмів процедур і операцій.
КФ 8. Здатність організувати роботу з аналізу та проектування складних систем, створення відповідних інформаційних технологій та програмного забезпечення	РН-9. Вміти створювати ефективні алгоритми для обчислювальних задач системного аналізу та систем підтримки прийняття рішень.
КФ 8. Здатність організувати роботу з аналізу та проектування складних систем, створення відповідних інформаційних технологій та програмного забезпечення	РН-10. Знати архітектуру сучасних обчислювальних систем і комп'ютерних мереж.

<p>КЗ 2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях</p> <p>КЗ 4. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності</p> <p>КЗ 5. Здатність спілкуватися державною мовою усно і письмово</p> <p>КЗ 6. Здатність спілкуватися іноземною мовою</p> <p>КЗ 15. Здатність реалізувати свої права і обов'язки як члена суспільства, усвідомлювати цінності громадянського (вільного демократичного) суспільства та необхідність його сталого розвитку, верховенства права, прав і свобод людини і громадянина в Україні</p> <p>КФ 1. Здатність використовувати системний аналіз як сучасну міждисциплінарну методологію, що базується на прикладних математичних методах та сучасних інформаційних технологіях і орієнтована на вирішення задач аналізу і синтезу технічних, економічних, соціальних, екологічних та інших складних систем</p>	<p>PH13. Проектувати, реалізовувати, тестувати, впроваджувати, супроводжувати, експлуатувати програмні засоби роботи з даними і знаннями в комп'ютерних системах і мережах.</p>
<p>КФ 7. Здатність використовувати сучасні інформаційні технології для комп'ютерної реалізації математичних моделей та прогнозування поведінки конкретних систем а саме: об'єктно-орієнтований підхід при проектуванні складних систем різної природи, прикладні математичні пакети, застосування баз даних і знань</p>	
<p>КФ 6. Здатність до комп'ютерної реалізації математичних моделей реальних систем і процесів; проектувати, застосовувати і супроводжувати програмні засоби моделювання, прийняття рішень, оптимізації, обробки інформації, інтелектуального аналізу даних</p> <p>КФ 8. Здатність організувати роботу з аналізу та проектування складних систем, створення відповідних інформаційних технологій та програмного забезпечення</p>	<p>PH-15. Розуміти українську та іноземну мови на рівні, достатньому для обробки фахових інформаційно-літературних джерел, професійного усного і письмового спілкування, написання текстів за фаховою тематикою.</p>

## Програма навчальної дисципліни

### Змістовий модуль 1. Архітектура операційних систем

#### Тема 1. Принципи побудови операційної системи

1.1. Поняття операційної системи, її призначення. Операційна система як розширена машина. Операційна система як розподільувач ресурсів. Історія розвитку операційних систем. Покоління операційних систем.

1.2. Класифікація операційних систем. Функціональні компоненти операційних систем.

#### Тема 2. Аналіз архітектури операційних систем

2.1. Ядро операційної системи та його функції. Допоміжні модулі операційної системи. Ядро в привілейованому режимі та в режимі користувача. Обмін між додатками при використанні ядра в привілейованому режимі. Інтерфейс прикладного програмування (API).

2.2. Реалізація архітектури операційних систем. Монолітні системи. Багаторівневі системи.

Мікроядерна архітектура. Базові механізми ядра. Менеджери ресурсів. Інтерфейс системних викликів. Апаратна залежність та переносність операційної системи.

2.3. Типові засоби апаратної підтримки. Машинно-залежні компоненти операційної системи. Ресурси операційної системи.

## **Змістовий модуль 2. Оперативна пам'ять, потоки та процеси**

### **Тема 3. Процеси та потоки в операційних системах**

3.1. Процеси. Функції процесів. Ідентифікатори додатків. Командний рядок процесу. Змінні оточення. Стан процесу. Обробка помилок. Робочі каталоги процесу.

3.2. Потоки. Умови створення потоків. Стек потоку. Стан потоку. Періоди виконання потоку. Створення і завершення потоків. Розподіл процесорного часу між потоками. Зміна класу пріоритету потоку. Затримка та поновлення виконання потоку.

3.3. Планування та диспетчеризація потоків. Види планування. Стратегії планування. Функціональна багатозадачність. Алгоритми планування потоків. Квантування. Планування потоків в системах реального часу.

3.4. Основні принципи взаємодії потоків. Основні проблеми взаємодії потоків. Базові механізми синхронізації потоків. Складові синхронізуючі об'єкти. Черги потоку.

3.5. Обмін повідомленнями між процесами та потоками. Іменовані та анонімні канали передачі даних. Поштові канали передачі даних. Динамічний обмін даними. Технології передачі повідомлень.

### **Тема 4. Архітектура та управління пам'яттю**

4.1. Методи розподілу пам'яті. Сегментація пам'яті. Сторінкова організація пам'яті. Сторінково-сегментна організація пам'яті. Технологія віртуальної пам'яті. Стопінг. Логічна і фізична адресація пам'яті. Віртуальна пам'ять.

4.2. Динамічний розподіл пам'яті. Пули пам'яті. Куча за замовчуванням. Створення додаткового пулу пам'яті. Виділення та звільнення пам'яті в кучі. Перевірка коректності даних, які розміщені в реєстрі. Отримання інформації про захист сторінок пам'яті.

4.3. Поняття підкачування. Завантаження сторінок на вимогу. Алгоритми заміщення сторінок. Зберігання сторінок на диску. Пробуксовування і керування резидентною множиною. Реалізація керування віртуальною пам'яттю в операційних системах.

## **Змістовий модуль 3. Файлова система**

### **Тема 5. Виконувани файли операційної системи**

5.1. Загальні принципи компонування. Статичне та динамічне компонування. Структура виконуваних файлів. Секції виконуваних файлів. Формати PE.

5.2. Поняття файлу і файлової системи. Організація інформації у файловій системі. Зв'язки. імені та атрибутів файлів. Операції над файлами і каталогами.

5.3. Фізична організація файлової системи. Базові відомості про дискові пристрої. Розміщення інформації у файлових системах. Надійність та продуктивність файлових систем.

5.4. Файлові системи FAT, NTFS, HPFS, ext3fs та UFS. Особливості кешування. Системний реєстр Windows. Логічна структура реєстру. Програмний інтерфейс реєстру.

### **Тема 6. Системний реєстр**

6.1. Використання редактору реєстру. Відновлення реєстру. Експорт реєстру. Імпорт реєстру. Документування інформації в журналах. Робота з журналом. Джерела повідомлень.

6.2. Файли ініціалізації. Структура файлу. Доступ до файлів ініціалізації. Відображення приватних ini-файлів. Адміністрування ключів системного реєстру.

## **Змістовий модуль 4. Мережеві, багатопроцесорні операційні системи та захист інформації**

### **Тема 7. Системні служби операційної системи**

7.1. Загальні принципи управління службами. Управління службами з боку користувача. Управління службами з боку операційної системи. Додатки служби. Програми управління службою.

7.2. Диспетчера управління службою. Консоль Служби. Властивості служб. База даних диспетчера управління службою. Відображення служб та драйверів в системному реєстрі.

## **Тема 8. Захист даних в операційній системі**

8.1. Основні завдання забезпечення безпеки. Базові поняття криптографії. Криптосистеми з секретним ключем. Криптосистеми з відкритим ключем. Гібридні криптосистеми. Цифрові підписи. Сертифікати.

8.2. Принципи автентифікації і керування доступом. Типи об'єктів, які захищаються. Формування списків управління доступом. Реалізація захисту особистих об'єктів. Облікові записи користувачів. Аудит. Загальні принципи організації аудиту.

8.3. Загальні принципи завантаження операційних систем. Апаратна ініціалізація комп'ютера. Завантажувач операційної системи. Двоетапне завантаження. Завантаження та ініціалізація ядра. Завантаження компонентів системи.

Перелік лабораторних занять, а також питань та завдань до самостійної роботи наведено у таблиці "Рейтинг-план навчальної дисципліни".

## **Методи навчання та викладання**

В процесі викладання навчальної дисципліни "Системне програмування та операційні системи" для реалізації визначених компетентностей освітньої програми та активізації освітнього процесу на лекційних і лабораторних заняттях передбачено застосування таких методів навчання як: проблемні лекції (Тема 2, 4), міні-лекції (Тема 1, 7), робота в малих групах (Тема 2), кейс-технології (Тема 3, 4), ситуаційні завдання (Тема 5, 6, 8).

Під час проведення лекційних та лабораторних занять використовуються: пояснювально-ілюстративний, репродуктивні, проблемне викладання, частково-пошуковий, дослідницький методи викладання.

## **Порядок оцінювання результатів навчання**

Система оцінювання сформованих компетентностей у студентів враховує види занять, які згідно з програмою навчальної дисципліни передбачають лекційні, лабораторні заняття, контрольні роботи, а також виконання самостійної роботи. Оцінювання сформованих компетентностей у студентів здійснюється за накопичувальною 100-бальною системою. Контрольні заходи включають:

**поточний контроль**, що здійснюється протягом семестру під час проведення лекційних, лабораторних занять та контрольних роботах.

*Поточний контроль* з даної навчальної дисципліни проводиться в таких формах:

**Лабораторних робіт** – має на меті перевірку рівня підготовленості студента до виконання конкретної роботи. Оцінювання передбачає захист звітів з лабораторної роботи (5 балів за кожний звіт), за умови відповідності рівня знань студента критеріям, що висуваються. Загальна кількість балів складає 50 балів.

**Контрольної роботи** – передбачає виявлення опанування студентом матеріалу лекційного модуля та вміння застосовувати його для вирішення практичних ситуацій. Проводиться під час лабораторних занять тестовим методом.

Протягом семестру передбачено 2 контрольні роботи (5 балів за кожне заняття). Перша контрольна робота включає теми 1 – 4, а друга – теми 5 – 8. Загальна кількість балів складає 10 балів.

**підсумковий/семестровий контроль** проводиться у формі семестрового екзамену, відповідно до графіку навчального процесу (максимальна сума – 40 балів; мінімальна сума, що дозволяє студенту вважати позитивним складанням екзамену – 25 балів).

Підсумкова оцінка виставляється як загальна сума балів, набраних за результатами поточного контролю та підсумкового/семестрового контролю (екзамену).

Студента слід **вважати атестованим**, якщо сума балів, одержаних за результатами підсумкової/семестрової перевірки успішності, дорівнює або перевищує 60.

Підсумкова оцінка з навчальної дисципліни розраховується як сума отриманих студентом балів за виконання лабораторних робіт, контрольної роботи та індивідуального завдання.

Сумарний результат у балах за семестр складає: “60 і більше балів – зараховано”, “59 і менше балів – не зараховано” та заноситься у залікову “Відомість обліку успішності” навчальної дисципліни.

Форми оцінювання та розподіл балів наведено у таблиці “Рейтинг-план навчальної дисципліни”.

### Рейтинг-план навчальної дисципліни

Те-ма	Форми та види навчання		Форми оцінювання	Мах бал
Тема 1.	<i><b>Аудиторна робота</b></i>			
	Лекція	Лекція за питаннями: 1.1. Визначення операційної системи. Місце ОС в програмному забезпеченні. 1.2. Еволюція операційних систем. 1.3. Типові архітектури операційних систем	Активна робота на занятті	
	<i><b>Самостійна робота</b></i>			
	Питання та завдання до самостійного опрацювання	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до лабораторного заняття	Експрес-опитування	
Тема 2.	<i><b>Аудиторна робота</b></i>			
	Лекція	Проблемна лекція на тему 2.1 Архітектура Windows-подібних операційних систем	Активна робота на занятті	
	Лабораторне заняття	Лабораторна робота № 1. Дослідження операційної системи ReactOS (робота в малих групах)	Захист звіту з лабораторної роботи	5
	Лекція	Лекція за питаннями: 3.1. Архітектура ОС Kolibri OS. 3.2. Архітектура Linux	Активна робота на занятті	
	Лабораторне заняття	Лабораторна робота № 2. Дослідження операційної системи KolibriOS	Захист звіту з лабораторної роботи	5
	Лекція	Лекція за питаннями: 4.1. Архітектура ОС QNX. 4.2. Архітектура Mac OS	Активна робота на занятті	



Те- ма	Форми та види навчання		Форми оцінювання	Мах бал
	Лабораторне заняття	Лабораторна робота № 3. Дослідження операційної системи Linux Ubuntu	Захист звіту з лабораторної роботи	5
<i>Самостійна робота</i>				
	Питання та завдання до самостійного опрацювання	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до лабораторного заняття	Експрес-опитування	
Тема	<i>Аудиторна робота</i>			
3.	Лекція	Лекція за питаннями: 5.1. Процеси. 5.2. Потоки. 5.3. Планування процесів і потоків. 5.4. Система пріоритетів	Активна робота на занятті	
	Лекція	Проблемна лекція на тему 6.1. Засоби міжпроцесної взаємодії	Активна робота на занятті	
	Лабораторне заняття	Лабораторна робота № 4. Дослідження властивостей процесів та потоків	Захист звіту з лабораторної роботи	5
<i>Самостійна робота</i>				
	Питання та завдання до самостійного опрацювання	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до лабораторного заняття	Експрес-опитування	
Тема	<i>Аудиторна робота</i>			
4.	Лекція	Проблемна лекція на тему 7.1. Архітектура та управління пам'яттю	Активна робота на занятті	
			Письмова контрольна робота	5
	Лабораторне заняття	Лабораторна робота № 5. Дослідження віртуальної пам'яті Windows (заняття проводиться методом ділової гри)	Захист звіту з лабораторної роботи	5
<i>Самостійна робота</i>				
	Питання та завдання до самостійного опрацювання	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до лабораторного заняття Підготовка до контрольної роботи.	Експрес-опитування	
Тема	<i>Аудиторна робота</i>			
5.	Лекція	Лекція за питаннями: 8.1. Заголовки в виконувальному файлі. 8.2. Таблиця секцій. 8.3. Секції виконаного файлу	Активна робота на занятті	
	Лабораторне заняття	Лабораторна робота № 6. Дослідження виконуваних файлів Windows (заняття проводиться кейс-методом)	Захист звіту з лабораторної роботи	5

Те-ма	Форми та види навчання		Форми оцінювання	Мах бал
<b><i>Самостійна робота</i></b>				
	Питання та завдання до самостійного опрацювання	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до лабораторного заняття	Експрес-опитування	
Тема	<b><i>Аудиторна робота</i></b>			
6.	Лекція	Лекція за питаннями: 9.1. Структура реєстру Windows. 9.2. Типи даних. 9.3. Зберігання реєстру	Активна робота на занятті	
	Лабораторне заняття	Лабораторна робота № 7. Дослідження системного реєстру ОС Windows	Захист звіту з лабораторної роботи	5
<b><i>Самостійна робота</i></b>				
	Питання та завдання до самостійного опрацювання	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до лабораторного заняття	Експрес-опитування	
Тема	<b><i>Аудиторна робота</i></b>			
7.	Лекція	Лекція за питаннями: 10.1. Управління службами з боку користувача. 10.2. Управління службами з боку операційної системи	Активна робота на занятті	
	Лабораторне заняття	Лабораторна робота № 8 Дослідження системних служб і драйверів	Захист звіту з лабораторної роботи	5
<b><i>Самостійна робота</i></b>				
	Питання та завдання до самостійного опрацювання	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до лабораторного заняття	Експрес-опитування	
Тема	<b><i>Аудиторна робота</i></b>			
8.	Лекція	Презентація: 11.1. Аутентифікація користувачів. 11.2. Управління доступом.	Активна робота на занятті	
	Лабораторне заняття	Лабораторна робота № 9. Дослідження способів захисту даних	Захист звіту з лабораторної роботи	5
	Лекція	Міні-лекція: 12.1. Основні технології створення вірусів. Міні-лекція: 12.2 Антивірусні програми.	Активна робота на занятті	
	Лабораторне заняття	Лабораторна робота № 10. Дослідження й оптимізація завантаження ОС Windows. (робота в малих групах)	Захист звіту з лабораторної роботи	5
<b><i>Самостійна робота</i></b>				

Те- ма	Форми та види навчання		Форми оцінювання	Мах бал
	Питання та завдання до самостійного опрацювання	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до лабораторного заняття.	Експрес-опитування	
Іспит				40
Загальна кількість балів				100

### Рекомендована література

#### Основна

1. Голубничий Д.Ю. Операційні системи. Лабораторний практикум / Д.Ю. Голубничий, А.В. Холодкова, О.В. Шматко, М.М. Козуля. – Харків: НТУ “ХПР”, 2019. – 336 с. Режим доступу: [http://library.kpi.kharkov.ua/files/new\\_postupleniya/opsilp.pdf](http://library.kpi.kharkov.ua/files/new_postupleniya/opsilp.pdf).
2. Голубничий Д.Ю. Операційні системи [Електронний ресурс]/ Д.Ю. Голубничий, А.В. Холодкова. – Харків : ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2018. – 317 с. Режим доступу: <http://repository.hneu.edu.ua/handle/123456789/23844>.
3. Tanenbaum E. Modern operating systems / E. Tanenbaum, H. Boss. – New Jersey: Pearson Prentice-Hall, 2020. – 1120 p.
4. Silberschatz A. Operating System Concepts / A. Silberschatz, G. Gagne, P.B. Galvin. – New Jersey: Wiley, 2021. – 1040 p.

#### Додаткова

5. Бондаренко М.Ф. Операційні системи / М.Ф. Бондаренко, О.Г. Качко. – Харків: Компанія СМІТ, 2018. – 432 с.
6. Гаркуша І.М. Конспект лекцій з дисципліни “Операційні системи” для студентів галузі знань 12 “Інформаційні технології”. – Дніпро: НТУ «ДП», 2020. – 73 с.
7. Граннеман С. Linux. Кишеньковий довідник / С. Граннеман. – Київ: Діалектика, 2019. – 464 с.
8. Погребняк Б.І. Операційні системи : навч. посібник / Б.І. Погребняк, М.В. Булаєнко. – Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018. – 104 с.
9. Федотова-Півень І.М. Операційні системи : навчальний посібник. [за ред. В.М. Рудницького] / І. М. Федотова-Півень, І. В. Миронець, О. Б. Півень, С. В. Сисоєнко, Т. В. Миронюк. - Черкаський державний технологічний університет. – Харків : ТОВ «ДІСА ПЛЮС», 2019. – 216 с.
10. Зайцев В.Г. Операційні системи: навч. посіб. для студ. / В. Г. Зайцев, І. П. Дробязко; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 240 с.
11. Uzaур S-b. Linux: The Ultimate Guide / Sufyan bin Uzaур. – Boca Raton: CRC Press, 2022. – 305 p.
12. Stollings V. Operation system / V. Stollings. – Washington: Pearson, 2020. – 1264 p.
13. Костогриз В. Метод використання подвійного завантаження та мультизавантаження операційних систем сімейства Microsoft Windows із зовнішнього системного диску / В. Костогриз // Електроніка та інформаційні технології. – Випуск 10. – Львів: Львівський національний університет імені Івана Франка, 2018. – С. 109–120.

#### Інформаційні ресурси в Інтернеті

14. Операційна система ReactOS [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://reactos.org>.
15. Операційна система KolibriOS [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://kolibrios.org>.
16. Операційна система Linux Ubuntu [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ubuntu.com/>
17. Windows Sysinternals [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://technet.microsoft.com/ru-ru/sysinternals>.
18. Windows [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://windows.microsoft.com/ru-ru/windows/home>.
19. Персональна навчальна система "Операційні системи" [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://pns.hneu.edu.ua/course/view.php?id=7414>