

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ І.І.МЕЧНИКОВА
Кафедра комп'ютерних систем та технологій



Проректор з науково-педагогічної роботи

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

” _____ 2022 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ОП 13. ОПЕРАЦІЙНІ СИСТЕМИ ТА СИСТЕМНЕ ПРОГРАМУВАННЯ

Рівень вищої освіти	перший (бакалаврський)
Галузь знань	12 «Інформаційні технології»
Спеціальність	122- Комп'ютерні науки
Освітньо-професійна програма	Комп'ютерні науки

ОНУ
Одеса
2022

Робоча програма навчальної дисципліни «Операційні системи та системне програмування». – Одеса: ОНУ, 2022. – 17с.

Розробники: кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри комп'ютерних систем та технологій Коренкова Ганна Валентинівна

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри комп'ютерних систем та технологій

Протокол № 1 від. “29 ” серпня 2022 р.

Завідувач кафедри _____ (Юрій ГУНЧЕНКО)

Погоджено із гарантом ОПП «Комп'ютерні науки»

_____ (Юрій ШУГАЙЛО)

Схвалено навчально-методичною комісією (НМК) ФМФІТ

Протокол № 2 від “ 31” серпня 2022 р.

Голова НМК _____ (Алла РАЧИНСЬКА)

Переглянуто та затверджено на засіданні кафедри комп'ютерних систем та технологій

Протокол № ____ від. “ ____ ” _____ 20__ р.

Завідувач кафедри _____ (_____)

Переглянуто та затверджено на засіданні кафедри комп'ютерних систем та технологій

Протокол № ____ від. “ ____ ” _____ 20__ р.

Завідувач кафедри _____ (_____)

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, спеціалізація, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни
		<i>денна форма навчання</i>
Загальна кількість: кредитів – 6 годин –180 Змістових модулів -3	Галузь знань 12– інформаційні технології Спеціальність 122 – комп’ютерні науки Рівень вищої освіти: перший бакалаврський	обов'язкова
		<i>Рік підготовки:</i>
		1
		<i>Семестр</i>
		1
		<i>Лекції</i>
		34 год.
		<i>Практичні, семінарські</i>
		-
		<i>Лабораторні</i>
		50 год.
		<i>Самостійна робота</i>
		96 год.
Форма підсумкового контролю: залік		

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою навчальної дисципліни “Операційні системи та системне програмування” є:

Забезпечити здатність студентів розуміти принципи роботи операційних систем, керування ресурсами обчислювальної системи, взаємодії з прикладним програмним забезпеченням, а також обґрунтовано обирати операційну систему для вирішення певних завдань і грамотно її налаштувати.

Основними завданнями вивчення дисципліни “Операційні системи та системне програмування” є сформувати у студентів уявлення про:

- будову та принципи роботи, стан і перспективи розвитку сучасних операційних систем.
- їх розвитку і сучасні підходами до їх реалізації;
- базовий склад компонентів операційної системи, основні функції ядра і системного програмного забезпечення;
- методи і алгоритми керування локальними ресурсами комп’ютера: процесором, пам’яттю, пристроями введення-виведення, поділюваними ресурсами;
- принципи реалізації файлових систем, структуру сучасних файлових систем.

Процес вивчення дисципліни спрямований на формування елементів наступних **компетентностей**:

СК8. Здатність проектувати та розробляти програмне забезпечення із застосуванням різних парадигм програмування: узагальненого, об’єктно-орієнтованого, функціонального, логічного, з відповідними моделями, методами й алгоритмами обчислень, структурами даних і механізмами управління.

СК12. Здатність забезпечити організацію обчислювальних процесів в інформаційних системах різного призначення з урахуванням архітектури, конфігурування, показників результативності функціонування операційних систем і системного програмного забезпечення.

У результаті вивчення навчальної дисципліни здобувач вищої освіти повинен **знати**:

- · основи побудови операційних систем, їхньої архітектури, вимоги до них, історію їх розвитку;
- · методи і алгоритми керування локальними ресурсами комп’ютера: процесором, пам’яттю, розділюваними ресурсами;
- · принципами реалізації файлових систем.

вміти:

- · користуватись сучасними операційними системами;
- · формулювати вимоги до операційної системи для вирішення

певних прикладних завдань;

- · здійснювати базові налаштування клієнтських операційних систем.

Що забезпечує наступні програмні результати навчання:

ПР1. Застосовувати знання основних форм і законів абстрактно-логічного мислення, основ методології наукового пізнання, форм і методів вилучення, аналізу, обробки та синтезу інформації в предметній області комп'ютерних наук.

ПР10. Використовувати інструментальні засоби розробки клієнт-серверних застосувань, проектувати концептуальні, логічні та фізичні моделі баз даних, розробляти та оптимізувати запити до них, створювати розподілені бази даних, сховища та вітрини даних, бази знань, у тому числі на хмарних сервісах, із застосуванням мов веб-програмування.

3. Зміст навчальної дисципліни

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1.

АРХІТЕКТУРА ОПЕРАЦІЙНИХ СИСТЕМ

Тема 1. Структура і функції ОС. Класифікація операційних систем. Основні концепції, еволюція, різновиди операційних систем. Поняття операційної системи, її призначення. Операційна система як розширена машина. Операційна система як розподільувач ресурсів. Історія розвитку операційних систем. Покоління операційних систем. Класифікація операційних систем. Функціональні компоненти операційних систем.

Тема 2. Архітектура та ресурси операційних систем. Ядро операційної системи та його функції. Допоміжні модулі операційної системи. Монолітні системи. Багаторівневі системи. Мікроядерна архітектура. Базові механізми ядра. Вимоги до сучасних операційних систем

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2.

ОПЕРАТИВНА ПАМ'ЯТЬ, ПОТОКИ ТА ПРОЦЕСИ

Тема 3. Керування процесами. Планування та диспетчеризація. Поняття процесу. Модель процесу. Стан процесу. Діаграма переходів. Модель потоку. Створення і завершення процесів та потоків. Планування процесів. Критерії планування процесора. Стратегії планування. Планування у системах реального часу. Оцінка алгоритмів планування.

Тема 4. Взаємодія між процесами. Взаємодія процесів на рівні користувача та на рівні системи. Рішення задачі «Постачальник-Користувач» на основі кругового буфера. Комунікація між процесами. Прямий обмін повідомленнями та обмін за посередництвом. Виключні ситуації при організації комунікації між процесами.

Тема 5. Методи синхронізації процесів. Синхронізація процесів і потоків. Мета синхронізації. Взаємне виключення й критичні ділянки. Синхронізація за допомогою елементарних прийомів низького рівня. Семафори. Класичні задачі синхронізації.

Тема 6. Керування пам'яттю. Алгоритми розподілу пам'яті. Суміжне розміщення процесів. Зовнішня й внутрішня фрагментація. Базовий метод сторінкової організації пам'яті. Базовий метод сегментної організації пам'яті. Сегментно-сторінкова організація пам'яті. Управління віртуальною пам'яттю. Алгоритми заміщення сторінок. Аномалії в алгоритмах сторінкової організації. Ефективність застосування віртуальної пам'яті.

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 3. ФАЙЛОВА СИСТЕМА

Тема 7. Логічна та фізична організація файлових систем Поняття файла і файлової системи. Організація інформації у файловій системі. Зв'язки. Імена та атрибути файлів. Операції над файлами і каталогами. Фізична організація файлової системи. Базові відомості про дискові пристрої. Розміщення інформації у файлових системах. Надійність та продуктивність файлових систем.

Тема 8. Керування пристроями введення-виведення Завдання підсистеми введення-виведення. Забезпечення ефективності доступу до пристроїв. Забезпечення спільного використання зовнішніх пристроїв. Універсальність інтерфейсу прикладного програмування. Універсальність інтерфейсу драйверів пристроїв. Організація підсистеми введення-виведення.

4. Структура навчальної дисципліни «Операційні системи та системне програмування»

Назви тем	Кількість годин				
	Денна форма				
	Усього	у тому числі			
л		п/с	лаб	сп	
1	2	3	4	5	6
Змістовий модуль 1. Архітектура операційних систем					
Тема 1. Структура і функції ОС. Класифікація операційних систем.	20	4		2	14
Тема 2. Архітектура та ресурси операційних систем	20	4		6	10
Разом за змістовим модулем 1	40	8		8	24
Змістовий модуль 2. Оперативна пам'ять, потоки та процеси					
Тема 3. Керування процесами. Планування та диспетчеризація.	24	6		6	12
Тема 4. Взаємодія між процесами.	22	4		6	12
Тема 5. Методи синхронізації процесів.	22	4		6	12

Тема 6. Керування пам'яттю.	22	4		6	12
Разом за змістовим модулем 2	90	18		24	48
Змістовий модуль 3. Файлова система					
Тема 7. Логічна та фізична організація файлових систем	26	4		10	12
Тема 8. Керування пристроями введення-виведення	24	4		8	12
Разом за змістовим модулем 3	50	8		18	24
Усього годин	180	34		50	96

5. Теми семінарських занять

Семінарські заняття не передбачені.

6. Теми практичних занять

Практичні заняття не передбачені.

7. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Функції визначення поточного часу системи Ознайомитись з функціями визначення локального та системного часу.	2
2	Збір інформації про поточний стан системи Вивчити основні WinAPI функції та системні функції C++	6
3	Процеси та потоки Вивчення методів та засобів породження процесів та ниток. Вивчення способів синхронізації процесів та ниток через очікування закінчення їх виконання.	6
4	Взаємодія між процесами. Вивчення способів взаємодії між процесами.	6
5	Синхронізація потоків. Семафори Вивчення методів синхронізації потоків з використанням семафорів.	4
6	Синхронізація потоків. М'ютекс Вивчення методів синхронізації потоків з використанням м'ютексів.	2

7	Інформація про поточне використання системою пам'яті Ознайомитись з функціями роботи з пам'яттю	2
8	Функції керування пам'яттю Вивчити функції роботи з пам'яттю.	2
9	Основні функції управління віртуальною та фізичною пам'яттю. Вивчити функції роботи з пам'яттю.	2
10	Функції роботи з каталогами Вивчити основні WinAPI функції роботи з каталогами.	4
11	Функції роботи з файлами Вивчити основні WinAPI функції роботи з файлами	4
12	Атрибути файлів Ознайомлення з атрибутами файлів	2
13	Керування пристроями введення-виведення Ознайомитись з функціями керування пристроями введення-виведення	2
14	Організація графічного інтерфейсу користувача в Windows додатках Навчитись розробляти графічний інтерфейс користувача в Windows додатках	6
	Разом	50

8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми/питання для підготовки, завдання	Кількість годин
1	Структура і функції ОС. Розглянути структуру і основні функції операційної системи.	8
2	Історія розвитку операційних систем. Основні етапи розвитку операційних систем.	6
3	Архітектура та ресурси операційних систем. Операційні системи з монолітним ядром, багаторівневі ос, мікроядерна архітектура.	10
4	Керування процесами. Планування та диспетчеризація. Стан процесу. Планування процесів. Стратегії планування. Планування у системах реального часу.	12
5	Взаємодія між процесами. Взаємодія процесів на рівні користувача та на рівні системи. Комунікація між процесами.	12
6	Методи синхронізації процесів. Синхронізація за допомогою елементарних прийомів	12

	низького рівня. Семафори. М'ютекс	
7	Керування пам'яттю. Алгоритми розподілу пам'яті.	12
8	Логічна та фізична організація файлових систем Поняття файла і файлової системи. Організація інформації у файловій системі.	12
9	Керування пристроями введення-виведення Завдання підсистеми введення-виведення. Забезпечення ефективності доступу до пристроїв. Індивідуальна розрахункова робота.	12
	Разом	96

Критерії оцінювання індивідуальної розрахункової роботи:

1. Структура – Об'єм розрахункової роботи: 10-15 аркушів формату А4, які набрані через півтора інтервалу на одній стороні білого паперу. Шрифт – Times New Roman. Розмір шрифту – 14 пунктів. Текст розрахункової роботи вирівнюється по ширині листа.

Поля: ліве – 25-30мм, праве – 10мм, верхнє – 20 мм, нижнє – 25 мм. Відступ абзацу – 1,25-1,27 см.

Сторінки нумеруються з титульного аркушу (на титульному аркуші номер не ставлять) в правому верхньому куті. Усі матеріали мають супроводжуватись переліком використаних інформаційних джерел.

1. Критерії для оцінювання:

- своєчасність виконання;
- самостійність виконання (у разі доведеного плагіату бали за роботу анулюються);
- повнота аналізу алгоритму;
- відповідність формальним критеріям (структура, послідовність, логічність, якість оформлення тощо).
- вміння застосовувати теоретичні знання для рішення практичних завдань.

9. Методи навчання

Підготовка студентів здійснюється на лекційних та лабораторних заняттях, але у значній мірі покладається на самостійне вивчення матеріалу студентами денної форми навчання протягом семестру.

Під час викладання дисципліни використовуються словесні та наочні методи навчання:

лекції, бесіда, пояснення, робота з літературними джерелами.

Під час проведення лекцій використовуються наступні методи навчання: пояснювально-ілюстративний метод, інформаційно-рецептивний; репродуктивний метод (репродукція - відтворення); метод проблемного викладу; частково-пошуковий метод.

Під час лабораторних та практичних занять використовуються наступні методи навчання частково-пошуковий, або евристичний метод,

дослідницький; при захисті лабораторних робіт та індивідуальних завдань використовується дискусійний метод. Під час самостійної роботи використовується дослідницький метод (студент опановує літературу за вказаною темою, виконує індивідуальне розрахункове завдання та доповідь).

10. Методи контролю

Поточний та підсумковий контроль здійснюється в результаті виконання лабораторних робіт, захисту розрахункової роботи. Поточний контроль: опитування, виконання лабораторних робіт; тестові завдання. Форми оцінювання: усне опитування, перевірка лабораторної роботи, тестування, оцінювання змісту розрахункової роботи та її захисту.

11. Питання для підсумкового контролю

1. Поняття операційної системи, її призначення та функції
2. Історія розвитку операційних систем.
3. Класифікація сучасних операційних систем.
4. Основні задачі операційних систем
5. Основні компоненти операційних систем.
6. Основні функції операційних систем.
7. Вимоги до сучасних операційних систем
8. Базові поняття архітектури операційних систем.
9. Реалізація архітектури операційних систем. Монолітне ядро.
10. Реалізація архітектури операційних систем. Багаторівнева система.
11. Реалізація архітектури операційних систем. Мікроядерна та змішана архітектура.
12. Реалізація архітектури операційних систем. Змішана архітектура
13. Класифікація процесів
14. Базові поняття процесів і потоків.
15. Багатопотоковість та її реалізація.
16. Стани процесів і потоків.
17. Опис процесів і потоків.
18. Операції над процесами
19. Перемикання контексту й обробка переривань.
20. Критерії та параметри планування процесів
21. Види планування.
22. Витісняльна і невитісняльна багатозадачність.
23. Планувальщики
24. Алгоритми планування. First-Come, First-Served (FCFS)
25. Алгоритми планування. Round Robin (RR)
26. Алгоритми планування. Shortest-Job-First (SJF)
27. Алгоритми планування. Пріоритетне планування.
28. Алгоритми планування. Планування багаторівневих черг.
29. Найкоротший час, що залишився (SRT).
30. Основні принципи взаємодії потоків.

31. Незалежні та взаємодіючі процеси.
32. Комунікація процесів
33. Мета та засоби синхронізації
34. Блокуючі змінні
35. Семафори
36. Функції операційної системи по керуванню пам'яттю.
37. Типи адрес пам'яті.
38. Основи технології віртуальної пам'яті.
39. Методи розподілу пам'яті. Сегментація пам'яті.
40. Методи розподілу пам'яті. Сторінкова організація пам'яті.
41. Методи розподілу пам'яті. Сторінково-сегментна організація пам'яті.
42. Методи розподілу пам'яті. Фіксовані розділи
43. Методи розподілу пам'яті. Динамічні розділи
44. Методи розподілу пам'яті. Розділи, що переміщуються.
45. Віртуалізація пам'яті.
46. Кеш-пам'ять.
47. Поняття файлу та його властивості.
48. Структура файлів
49. Атрибути файлів.
50. Операції над файлами і каталогами.
51. Логічна та фізична адреси файлів.
52. Системи каталогів та операції з ними.
53. Реалізація файлової системи.
54. Реалізація файлів. Неперервне розміщення.
55. Реалізація файлів. Розміщення з використанням пов'язаного списку
56. Реалізація файлів. Розміщення за допомогою пов'язаного списку, що використовує таблицю в пам'яті (FAT).
57. І-вузли
58. Реалізація каталогів.
59. Журнальовані файлові системи (LFS).
60. Файлова система NTFS.

12. Розподіл балів, які отримують студенти

Поточний та періодичний контроль								Індивідуальна розрахункова робота	Сума балів
Змістовий модуль 1		Змістовий модуль 2				Змістовий модуль 3			
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	20	100
1	1	1	1	2	3	3	2		
Контрольна робота за змістовим модулем 1 - 22		Контрольна робота за змістовим модулем 2 - 22				Контрольна робота за змістовим модулем 3 - 22			

ФОРМУВАЛЬНЕ ОЦІНЮВАННЯ

Види навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість завдань	Сумарна кількість балів
Змістовий модуль 1. Архітектура операційних систем			
Виконання і захист лабораторних робіт	1	2	0-2
Контрольна робота за змістовим модулем			0-22
Усього за змістовим модулем 1			0-24
Змістовий модуль 2. Оперативна пам'ять, потоки та процеси			
Виконання і захист лабораторних робіт	1	7	0-7
Контрольна робота за змістовим модулем			0-22
Усього за змістовим модулем 2			0-29
Змістовий модуль 3. Файлова система			
Виконання і захист лабораторних робіт	1	5	0-5
Контрольна робота за змістовим модулем			0-22
Усього за змістовим модулем 3			0-27
Індивідуальна розрахункова робота			0-20
Підсумкова сума балів			100

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90 – 100	A	відмінно	
85-89	B	добре	

75-84	C		зараховано
70-74	D	задовільно	
60-69	E		
35-59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
0-34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

При оцінюванні в балах рівня засвоєння матеріалу використовуються загальні критерії оцінювання навчальних досягнень здобувачів вищої освіти:

Оцінка за національною шкалою та відсоток від максимальної кількості балів	Теоретична підготовка	Практична підготовка
	Здобувач освіти	
зараховано (90-100% від максимальної кількості балів)	у повному обсязі володіє навчальним матеріалом, вільно, самостійно та аргументовано його викладає під час усних виступів та письмових відповідей; глибоко та всебічно розкриває зміст теоретичних питань, використовуючи при цьому нормативну, обов'язкову та додаткову літературу; робить самостійні висновки, виявляє причинно-наслідкові зв'язки; самостійно знаходить додаткову інформацію та використовує її для реалізації поставлених перед ним завдань. Здобувач здатен виділяти суттєві ознаки вивченого за допомогою операцій синтезу, аналізу, виявляти причинно-наслідкові зв'язки, формувати висновки і узагальнення, вільно оперувати фактами та відомостями.	глибоко та всебічно розкриває сутність практичних/ розрахункових завдань, використовуючи при цьому нормативну, обов'язкову та додаткову літературу; може аргументовано обрати раціональний спосіб виконання завдання й оцінити результати власної практичної діяльності; виконує творчі завдання та ініціює нові шляхи їх виконання; вільно використовує набуті теоретичні знання при аналізі практичного матеріалу; проявляє творчий підхід до виконання індивідуальних та колективних завдань при самостійній роботі.

зараховано (75-89% від максимальної кількості балів)	достатньо повно володіє навчальним матеріалом, обґрунтовано його викладає під час усних виступів та письмових відповідей, використовуючи при цьому нормативну та обов'язкову літературу; при представленні деяких питань не вистачає достатньої глибини та аргументації, застосовує знання для розв'язання стандартних ситуацій; самостійно аналізує, узагальнює і систематизує навчальну інформацію, але допускаються при цьому окремі несуттєві неточності та незначні помилки.	правильно вирішив більшість розрахункових /тестових завдань за зразком; має стійкі навички виконання завдання
зараховано (60-74% від максимальної кількості балів)	володіє навчальним матеріалом на репродуктивному рівні або відтворює певну частину навчального матеріалу з елементами логічних зв'язків, знає основні поняття навчального матеріалу; має ускладнення під час виділення суттєвих ознак вивченого; під час виявлення причинно-наслідкових зв'язків і формулювання висновків.	може використовувати знання в стандартних ситуаціях, має елементарні, нестійкі навички виконання завдання. Правильно вирішив половину розрахункових/тестових завдань. Здобувач має ускладнення під час виділення суттєвих ознак вивченого; під час виявлення причинно-наслідкових зв'язків і формулювання висновків.
не зараховано (35-59% від максимальної кількості балів)	володіє навчальним матеріалом поверхово й фрагментарно (без аргументації та обґрунтування); безсистемно виокремлює випадкові ознаки вивченого; не вміє робити найпростіші операції аналізу і синтезу; робити узагальнення, висновки; під час відповіді допускаються суттєві помилки	недостатньо розкриває сутність практичних завдань, допускаючи при цьому суттєві неточності, правильно вирішив окремі розрахункові/тестові завдання за допомогою викладача, відсутні сформовані уміння та навички.
не - зараховано (0-34% від максимальної кількості балів)	не володіє навчальним матеріалом	виконує лише елементи завдання, потребує постійної допомоги викладача

13. Методичне забезпечення

Робоча програма навчальної дисципліни; силабус, мультимедійні презентації, конспект лекцій

14. Рекомендована література

Основна

1. Погребняк Б. І., Булаєнко М. В. Операційні системи. Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018. – 104 с.
2. Авраменко В. С., Авраменко А. С. Основи операційних систем. Навчальний посібник. Черкаси: ЧНУ імені Богдана Хмельницького, 2018. – 524 с.: іл.
3. Операційні системи / Федотова-Півень І. М. та ін. Харків : ТОВ «ДІСА ПЛЮС», 2019. – 216 с.
4. Мосіюк О. О., Федорчук А. Л. Операційні системи та системне програмування. Житомир: Вид-во ЖДУ ім. Івана Франка, 2022. 76 с
5. P. Yosifovich, A. Ionescu, M. E. Russinovich, D. A. Solomon. Windows internals. Part 1: System architecture, processes, threads, memory management, and more. – 7 th edition. – Microsoft Press, 2017.

Додаткова

7. Сумець О. М. Проектування операційних систем. Київ : Університет «КРОК», 2021. 32 с.
8. William Stallings Operating Systems: Internals and Design Principles, 4th Editions / Stallings W. – Boston: Prentice Hall – 2012. -820p.
9. Tanenbaum A. , Bos H. Modern Operating Systems, 4 th ed. Pearson, 2014. – 1136 p
10. Kusswurm Daniel. Modern X86 Assembly Language Programming. Apress, 2019. — 604 p.
11. William Stallings. Operating Systems: Internals and Design Principles, 9th Edition. – Pearson, 2018
12. Операційні системи. (Лекції)
<https://msn.khnu.km.ua/course/view.php?id=4124>
13. Лекцій з дисципліни «Операційні системи»
<https://shag.com.ua/konspekt-lekcij-z-disciplini-operacijni-sistemi.html>
14. Linux Kernel and Driver Development Training / Clement G. et al [Online]. – Free-electrons, 2004-2017. – Available:
<http://free-electrons.com/doc/training/linux-kernel/>
15. Зайцев В. Г. , Дробязко І. П. Операційні системи. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 240 с.
https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/29600/1/Operatsiini_systemy.pdf

15. Електронні інформаційні ресурси

1. <http://nbuv.gov.ua/> - Сайт Національної бібліотеки України імені В. І. Вернадського;
2. <http://www.dnpb.gov.ua/> - Сайт Державної науково-педагогічної бібліотеки України імені В.О. Сухомлинського;

3. <http://onu.edu.ua/>- Сайт бібліотеки ОНУ імені І.І. Мечникова;
4. <http://odnb.odessa.ua/> - Сайт Одеської національної наукової бібліотеки;
5. <http://korolenko.kharkov.com/> - Сайт Харківської державної наукової бібліотеки імені В.Г. Короленка.