

Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича

(повне найменування закладу вищої освіти)

Навчально-науковий інститут фізико-технічних і комп'ютерних наук

(назва інституту/факультету)

Кафедра комп'ютерних систем та мереж

(назва кафедри)

СИЛАБУС

навчальної дисципліни

***OK22. Системне програмне забезпечення
та ОС реального часу***

(вказіть назву навчальної дисципліни (іноземною, якщо дисципліна викладається іноземною мовою))

обов'язкова

(обов'язкова чи вибіркова)

Освітньо-професійна програма – “Програмування мобільних і вбудованих комп'ютерних систем та засобів Інтернету речей”

Спеціальність 123 – Комп'ютерна інженерія

(шифр і назва спеціальності)

Галузь знань 12 – Інформаційні технології

(шифр і назва галузі знань)

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

(вказати: перший (бакалаврський)/другий (магістерський)/третій (освітньо-науковий))

Навчально-науковий інститут фізико-технічних і комп'ютерних наук

(назва факультету / інституту, на якому здійснюється підготовка фахівців за вказаною освітньо-професійною програмою)

Мова навчання – українська

(мова, на якій читається дисципліна)

Кількість кредитів: 6

Форми навчальної діяльності: лекції, лабораторні роботи, самостійна робота

Форма підсумкового контролю: залік, іспит

Розробники: Яковлева Інна Дмитрівна, доцент кафедри КСМ, канд. техн. наук,

(вказати авторів (викладач (ів)), їхні посади, наукові ступені, вчені звання)

Профайл викладача (-ів) <https://csn.chnu.edu.ua>,
<https://csn.chnu.edu.ua/employees/yakovlyeva-inna-dmytrivna/>

Контактний тел. + (38) 0372 50 94 32 (кафедра КСМ) – Яковлева І. Д.

E-mail: i.yakovleva@chnu.edu.ua

Сторінка курсу в Moodle <https://moodle.chnu.edu.ua/course/view.php?id=1109>

Консультації очні або on-line: згідно з розкладом (1 раз у 2 тижні)

1. Анотація дисципліни

Навчальний компонент «Системне програмне забезпечення» призначений для розширення компетентностей здобувачів спеціальності 123 - Програмування мобільних і вбудованих комп'ютерних систем та засобів Інтернету речей в галузі вивчення сучасних операційних систем сімейства UNIX; засвоєння базових понять, методів та засобів керування процесами і потоками та побудови компіляторів.

Введення курсу в навчальний план дозволяє надати здобувачам додаткові знання та практичні навички, які вони зможуть застосовувати як при подальшому навчанні, так і в майбутній професійній діяльності.

2. Мета навчальної дисципліни: формування необхідного рівня теоретичної і практичної підготовки здобувачів з принципів побудови сучасних операційних систем, основних функціональних і структурних одиниць системного програмного забезпечення складних обчислювальних систем, працюючих в різних режимах взаємодії з користувачем при їх організації та плануванні; керування задачами, пам'яттю; побудові компілятора.

Завданням курсу є – засвоєння знань з методів та технологій проектування системного програмного забезпечення; вивчення принципів та системи команд операційної системи Linux; засвоєння базових понять, методів та засобів керування процесами і потоками. На основі отриманих теоретичних знань виробити у здобувачів уміння користуватися існуючими, а також створювати власне системне програмне забезпечення.

3. Пререквізити. Для коректного розуміння і засвоєння матеріалу даного курсу слухачі повинні попередньо пройти курси: архітектури комп'ютерів, програмування, системне програмування, числові методи комп'ютерної інженерії, інженерія програмного забезпечення. Доцільно також мати певні уявлення з комп'ютерної дискретної математики, прикладної теорії цифрових автоматів. Результати навчання за цим курсом потрібні при вивченні дисципліни Основи DevOps/DevNet, Спеціалізовані КС на ПЛС та виконанні кваліфікаційної роботи та в подальшому навчанні та трудовій діяльності.

4. Результати навчання

У результаті вивчення навчальної дисципліни здобувач повинен

4.1. Знати: сучасні операційні системи типу Linux та команди, функціонування системного програмного забезпечення в операційному середовищі; базові поняття, методи та засоби керування процесами і потоками; сутність основних напрямків організації обчислювальних процесів в комп'ютерних системах, що дозволяє виконувати аналіз і вибір дисципліни обслуговування заявок для КС з врахуванням режимів роботи, вимог стосовно обслуговування заявок, інтенсивності потоків заявок, дисперсії часу очікування; написання простих компіляторів.

4.2. Вміти: використовувати набуті теоретичні знання при використанні та створенні системного програмного забезпечення; розробляти алгоритми і програми розв'язку задачі статичного і динамічного планування в КС на підставі аналізу математичної моделі та методу розподілу задач в КС з врахуванням структури КС, критеріїв ефективності, системи планування, створювати компілятор.

4.3. Набути компетентностей:

ЗК – загальних

- ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу і синтезу.
- ЗК2. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.
- ЗК3. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
- ЗК6. Навички міжособистісної взаємодії.
- ЗК7. Вміння виявляти, ставити та вирішувати проблеми.
- ЗК8. Здатність працювати в команді.
- ЗК4. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.

ФК – фахових (спеціальних)

- ФК2. Здатність використовувати сучасні методи і мови програмування для розроблення алгоритмічного та програмного забезпечення.
- ФК3. Здатність створювати системне та прикладне програмне забезпечення комп'ютерних систем та мереж.
- ФК 7. Здатність використовувати та впроваджувати нові технології, включаючи технології розумних, мобільних, зелених і безпечних обчислень, брати участь в модернізації та реконструкції комп'ютерних систем та мереж, різноманітних вбудованих і розподілених додатків, зокрема з метою підвищення їх ефективності.
- ФК 11. Здатність оформляти отримані робочі результати у вигляді презентацій, науково-технічних звітів.
- 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;
- ФК13. Здатність вирішувати проблеми у галузі комп'ютерних та інформаційних технологій, визначати обмеження цих технологій.
- ФК15. Здатність аргументувати вибір методів розв'язування спеціалізованих задач, критично оцінювати отримані результати, обґрунтовувати та захищати прийняті рішення.

ПРН – програмних результатів навчання

- ПРН1. Знати і розуміти наукові положення, що лежать в основі функціонування комп'ютерних засобів, систем та мереж.
- ПРН2. Мати навички проведення експериментів, збирання даних та моделювання в комп'ютерних системах.
- ПРН6. Вміти застосовувати знання для ідентифікації, формулювання і розв'язування технічних задач спеціальності, використовуючи методи, що є найбільш придатними для досягнення поставлених цілей.
- ПРН8. Вміти системно мислити та застосовувати творчі здібності до формування нових ідей.
- ПРН11. Вміти здійснювати пошук інформації в різних джерелах для розв'язання задач комп'ютерної інженерії.
- ПРН12. Вміти ефективно працювати як індивідуально, так і у складі команди.
- ПРН13. Вміти ідентифікувати, класифікувати та описувати роботу комп'ютерних систем та їх компонентів.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Змістовий модуль 4. Лексичні та синтаксичні аналізатори.												
Генерація та оптимізація коду												
Тема 9 Лексичні аналізатори (сканери).	10	3	-	2	-	5						
Тема 10. Синтаксичний та семантичний аналіз.	9	2	-	2	-	5						
Тема 11 Способи внутрішнього представлення програм	11	3	-	2	-	6						
Разом за змістовим модулем 4	30	8	-	6	-	16						
Змістовий модуль 5. Операційні системи і середовища. Керування задачами і пам'яттю та введенням-веденням												
Тема 12. Керування процесами та ресурсами	13	3		-		10						
Тема 13. Планування процесів та диспетчеризація задач.	17	2		5		10						
Тема 14. Статичне планування та динамічне планування	16	2		5		9						
Тема 15. Керування пам'яттю	11	2		2		7						
Разом за змістовим модулем 5	57	9		12		36						
Усього годин	180	39	-	39	-	102						

5.3. Теми лабораторних занять

№	Назва теми	Кількість годин
1.	Програмне забезпечення ОС Linux	5
2.	Ознайомлення зі структурою файлової системи й основними командами роботи з файлами й каталогами ОС Unix/Linux. Жорсткі і символічні зв'язки. Зміна прав доступу	2
3.	Ознайомлення з мовою базових регулярних виразів і командою grep	5
4.	Робота з таблицею символів	4
5.	Ознайомлення з утилітою awk і мовою awk.	3
6.	Ознайомлення з базовими правилами створення й застосування командних скриптів.	3
7.	Проектування лексичного аналізатора	2
8.	Способи внутрішнього подання програми	3
9.	Режим мультипрограмування ОС з урахуванням вимог до пам'яті і зовнішніх пристроїв при використанні дисципліни обслуговування FIFO	5
10.	Режим мультипрограмування ОС з урахуванням вимог до пам'яті і зовнішніх пристроїв при використанні дисципліни обслуговування SJF	5
11.	Оцінка ефективності планування	2
		39

5.4. Тематика індивідуальних завдань

В даному курсі виконання індивідуальних завдань не передбачено.*

* ІНДЗ – може бути рекомендовано в окремих випадках для студентів, які успішно освоїли основний навчальний матеріал, з метою поглибленого вивчення чи удосконалення матеріалів певного змістового модуля, або в цілому для навчальної дисципліни за рішенням кафедри чи викладача.

5.5. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1.	Концепція UNIX-систем. Керування процесами та планування процесів в UNIX	10
2.	Процеси в ОС UNIX. Системний виклик fork	10
3.	Утиліти системи Unix	10
4.	Побудова простого компілятора в ОС UNIX	10
5.	Способи завдання схем граматики	10
6.	Розпізнавачі й перетворювачі	10
7.	Аналізатори контекстно вільних мов. Перетворення недетермінованого кінцевого автомата в детермінований.	10
8.	Керування введенням/виведенням	10
9.	Керування завданнями та процесами	10
10.	Мікроядерні та монолітні операційні системи	10
11.	Обмін інформацією між процесами	10
12.	Поширені ОС РЧ	10
		120

Примітка. Методичні рекомендації та завдання до лабораторних робіт доступні на інтернет-ресурсах: <https://moodle.chnu.edu.ua/course/view.php?id=1109#section-8>

Програмне забезпечення для виконання лабораторних робіт: для виконання лабораторних робіт: Microsoft Visual Studio 2019/202x Community, online-середовища C++ shell <https://cpp.sh/>, відкриті пакети Linux, Ubuntu/.

6. Форми і методи навчання

Форми навчання – це проблемні й оглядові лекції, лабораторні заняття, заняття із застосуванням комп'ютерної та телекомунікаційної техніки, курс мережної академії Cisco «Programming Essentials in Python»; інтерактивні заняття з навчанням одних студентів іншими, інтегровані заняття, відеолекції, відеозаняття і відеоконференції засобами Google Meet, Zoom, Cisco Webex, заняття з використанням системи електронного навчання Moodle.

Методи: проблемний виклад матеріалу, частково-пошукові та дослідницькі лабораторні практикуми, презентації, консультації і дискусії, робота в інтернет-класі: електронні лекції, лабораторні роботи, дистанційні консультації тощо, спрямовані на активізацію і стимулювання навчально-пізнавальної діяльності студентів.

Підходи до навчання: використовуються студентоцентрований, проблемно-орієнтований, діяльнісний, комунікативний, професійно-орієнтований, міждисциплінар-ний підходи.

Реалізація навчального процесу здійснюється під час лекційних, лабораторних занять, самостійної позааудиторної роботи з використанням сучасних інформаційних технологій навчання, консультацій з викладачами.

Для **формувань умінь та навичок** застосовуються такі **методи навчання:**

- вербальні/словесні (*лекція, пояснення, розповідь, бесіда, інструктаж*);
- наочні (*спостереження, ілюстрація, демонстрація*);
- практичні (*проведення практики*);
- пояснювально-ілюстративний або інформаційно-рецептивний, який передбачає пред'явлення готової інформації викладачем та її засвоєння студентами;
- репродуктивний (*виконання лабораторних завдань за зразком*).

6.1. Словесні методи навчання. Навчальна лекція

За допомогою даного методу забезпечується усне викладення матеріалу великими ємністю й складністю логічних побудов, доказів і узагальнень. В ході лекції використовуються прийоми усного викладення інформації, підтримання уваги протягом тривалого часу, активізації мислення студентів, прийоми забезпечення логічного запам'ятовування, переконання, аргументації, доказів, класифікації, систематизації і узагальнення. В залежності від специфіки лекційного матеріалу іноді використовується лекція-діалог.

6.2. Індуктивний метод навчання

Даний метод навчання використовується в рамках лекційних занять, коли матеріал носить, здебільшого, фактичний характер. В рамках лабораторних занять метод застосовується при виконанні технічних задач, коли студенти використовують раніше здобуті теоретичні знання при роботі з конкретними пристроями (комп'ютерами) та програмними продуктами.

6.3. Репродуктивний метод навчання

Даний метод навчання використовується в рамках лекційних і лабораторних занять, а також під час самостійної роботи студентів. Метод передбачає роботу студентів за визначеним алгоритмом. Згідно з методом для виконання завдань студентам надаються методичні вказівки, правила і навчальні приклади.

6.4. Проблемно-пошукові методи навчання

Проблемно-пошукові методи застосовуються в ході проблемного навчання, а саме в процесі виконання лабораторних робіт та індивідуальних науково-дослідних завдань, де під проблемною ситуацією треба вважати невідповідність між тим, що вивчається і вже вивченим. При використанні проблемно-пошукових методів навчання викладач використовує такі прийоми: створює проблемну ситуацію (ставить питання, пропонує задачу, експериментальне завдання), організує колективне обговорення можливих підходів до рішення проблемної ситуації, стимулює висування гіпотез, тощо. Студенти роблять припущення про шляхи вирішення проблемної ситуації, узагальнюють раніше набуті знання, виявляють причини явищ, пояснюють їхнє походження, вибирають найбільш раціональний варіант вирішення проблемної ситуації. Викладач обов'язково керує цим процесом на всіх етапах, а також за

допомогою запитань-підказок. Також даний метод використовується при опрацюванні матеріалів в системі дистанційної освіти «Moodle».

6.5. Наочний метод навчання

Наочний метод достатньо важливий для студентів, оскільки забезпечує візуальне подання навчального матеріалу, зокрема, з використанням інформаційно-комунікаційних технологій. При викладанні дисципліни наочний метод навчання поєднується зі словесними методами для представлення інформації у вигляді таблиць, рисунків, схем та діаграм.

7. Система контролю та оцінювання

Засобами оцінювання та демонстрування результатів навчання є

- контрольні роботи;
- стандартизовані тести;
- презентації результатів виконаних завдань.

Формами поточного контролю рівня знань є усна та письмова відповідь студента при захисті виконаних лабораторних робіт, кількість отриманих балів при виконанні тестового завдання, а також письмова відповідь при написанні модульних контрольних робіт. Формами підсумкового контролю рівня знань є усна та письмова відповідь студента при здачі іспиту.

7.1. Критерії оцінювання результатів навчання з навчальної дисципліни

Критерієм успішного проходження здобувачем освіти підсумкового оцінювання є досягнення ним мінімальних порогових рівнів оцінок за кожним запланованим результатом навчання навчальної дисципліни.

У залежності від характеру відповіді студента кількість балів за кожний вид діяльності може бути визначена за наступними критеріями:

К-ть балів	Критерії оцінки
Мах	Здобувач дає вичерпну відповідь на поставлене запитання
$0,8 \cdot \text{Мах}$	Здобувач при відповіді на поставлене запитання припустився незначних неточностей, які не впливають на суть відповіді
$0,6 \cdot \text{Мах}$	Здобувач при відповіді на поставлене запитання припустився помилок, які виправляє за допомогою викладача; в середньому може дати правильні відповіді на 50% питань теми
$0,4 \cdot \text{Мах}$	Здобувач при відповіді на поставлене запитання припустився суттєвих помилок, які все ж таки виправляє за допомогою викладача; дає правильні відповіді на 30% питань теми
$0,2 \cdot \text{Мах}$	Здобувач за допомогою викладача фрагментарно відповідає на запитання, проте не в повній мірі володіє мінімальним рівнем знань з даного питання
0	Характер відповідей дає підставу стверджувати, що здобувач неправильно зрозумів суть питання чи не знав правильної відповіді, а тому відповідав, припускаючись грубих помилок.

Примітка: за Мах прийнято максимальну оцінку для даного виду діяльності; заокруглення проводиться до одиниць балу.

Шкала та критерії оцінювання: національна та ЄКТС (Європейська кредитна трансферно-накопичувальна система, ECTS)

Оцінка за шкалою ЄКТС	Пояснення	Оцінка за 100-бальною шкалою	Оцінка за національною шкалою
A	відмінно	90 – 100	відмінно
B	дуже добре	80-89	добре
C	добре	70-79	
D	задовільно	60-69	задовільно
E	достатньо	50-59	
FX	(незадовільно) з можливістю повторного складання	35-49	незадовільно
F	(незадовільно) з обов'язковим повторним курсом	1-34	

**Розподіл балів, які отримують студенти
1 семестр**

Поточне тестування та самостійна робота								Підсумковий тест (залік)	Сумарна кількість балів
Змістовий модуль 1				Змістовий модуль 2					
T1	T2	T3	M1	T4	T5	T6	M2	40	100
6	9	5	10	2	17	1	10		

2 семестр

Поточне тестування та самостійна робота												Підсумковий тест (іспит)	Сумарна кількість балів
Змістовий модуль 3				Змістовий модуль 4				Змістовий модуль 5					
T7	T8	M3	T9	T10	T11	M4	T12	T13	T14	T15	M5	40	100
5	5	5	6	2	7	5	2	7	7	4	5		

T1, T2 ... T17 – теми змістових модулів; M1, M2 ... M6– модульні контрольні роботи

7.2. Перелік тем і розподіл максимально можливої кількості балів, які отримують студенти за виконання всіх видів навчальної діяльності

1 –й семестр

Змістовий модуль 1. Сучасні операційні системи. Сімейство операційних систем UNIX

- T1. Структура системного програмного забезпечення (тест– 1 бал, ЛР № 1 – 5 балів).
- T2. Базові поняття сучасних операційних систем. (ЛР № 2 – 5 балів, тест - 4 бали).
- T3. Мова базових регулярних виразів і команда gper (ЛР № 3 – 5 балів).
- M1. Модульна контрольна робота №1 –5 балів. Тест до модуля –5 балів.

Змістовий модуль 2. Основи побудови компіляторів

- T4. Загальна схема роботи компіляторів (тест– 2 бали).
- T5. Таблиці ідентифікаторів. (ЛР № 4 – 15 балів, тест – 2 бали).
- T6. Хеш-функції та хеш–адресація (тест – 1 бал).

М2. Модульна контрольна робота №2 – 5 балів. Тест до модуля – 5 балів.

2 –й семестр

Змістовий модуль 3. Кінцеві автомати. Формальні мови та граматики

T7. Формальні мови та граматики. (ЛР № 5 – 3 бали, тест– 2 бали).

T8. Кінцеві автомати. (ЛР № 6 – 3 бали, тест– 2 бали).

М3. Модульна контрольна робота №3 – 5 балів. /Тест до модуля – 5 балів.

Змістовий модуль 4. Лексичні та синтаксичні аналізатори. Генерація та оптимізація коду

T9. Лексичні аналізатори (сканери). (ЛР № 7 – 4 бали, тест– 2 бал).

T10. Синтаксичний та семантичний аналіз.(тест– 2 бали)

T11. Способи внутрішнього представлення програм((ЛР № 8 – 6 балів, тест– 1 бали).

М4. Модульна контрольна робота №4 – 5 бал. /Тест до модуля – 5 бали.

Змістовий модуль 5.Операційні системи і середовища. Керування задачами і пам'яттю та введенням-веденням

T12. Керування процесами та ресурсами (Тест –2 балів)

T13. Планування процесів та диспетчеризація задач. (ЛР № 9 – 6балів, тест– 1 бали).

T14. Статичне планування та динамічне планування (ЛР № 10 – 6 балів, тест– 1 бали).

T15. Керування пам'яттю. (ЛР № 11 – 3 бали, тест – 1).

М5. Модульна контрольна робота №5 – 5 балів /Тест до модуля – 5 балів.

7.3. Умови зарахування результатів неформальної освіти

Студент, згідно Положення ЧНУ «Про неформальну освіту» може отримати додаткові бали, або бути звільненим від окремих видів роботи з окремих тем, якщо у нього наявні сертифікати про неформальну освіту з проблем, які вивчаються в даній компетенції.

Також, як виконані види роботи з відповідних тем зараховуються студенту бали за наукові публікації у матеріалах науково-практичних конференцій та фахових чи апробаційних виданнях.

7.4. Політика курсу

Самостійне виконання навчальних завдань, завдань поточного та підсумкового контролю результатів навчання (для осіб з особливими освітніми потребами ця вимога застосовується з урахуванням їхніх індивідуальних потреб і можливостей).

Академічна доброчесність: посилення на джерела інформації у разі використання ідей, розробок, тверджень, відомостей; надання достовірної інформації про результати власної навчальної (наукової, творчої) діяльності, використані методики досліджень і джерела інформації.

Відвідування: Відвідування занять є обов'язковим. Засвоєння пропущеної теми лекції з поважної причини перевіряється під час складання підсумкового контролю. Пропуск лекції з неповажної причини відпрацьовується студентом (співбесіда, реферат тощо). Пропущені практичні та лабораторні заняття, незалежно від причини пропуску, студент відпрацьовує згідно з графіком.

8. Рекомендована література Фахова (основна)

1. Навчальний посібник «Системне програмне забезпечення та ОС реального часу» / уклад.: І. Д. Яковлева, І.Д. Лісовенко, Чернівці: ЧНУ, 2022. 180 с. (електронне видання)
2. Лабораторний практикум «Системне програмне забезпечення» Частина 1. / уклад.: Яковлева І.Д., Лісовенко І.Д. Чернівці: Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича, 2022. – 64 с. (електронне видання)
3. Томас Г. Кормен, Чарлз Е. Лейзерсон, Роналд Л. Рівест, Кліфорд Стайн Вступ до алгоритмів. — К. : К. І. С., 2019. — 1288 с.
4. Комп'ютерні системи реального часу, навчальний посібник [Електронний ресурс]: навч. посіб. спеціальності 123 «Комп'ютерна інженерія»/ В. Г. Зайцев, Є. І. Цибаєв; КПІ ім. Ігоря Сікорського. - Електронні текстові дані (1 файл: 4 Мбайт). - Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. - 162 с.
5. Конспект лекцій з дисципліни «СИСТЕМНЕ ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ», Краматорськ, 2020, 98 с. Донбаська держ. машинобудівна академія URL : <http://www.dgma.donetsk.ua/docs/kafedry/avp/metod/%D0%A1%D0%9F%D0%97%20%D0%9A%D0%BE%D0%BD%D1%81%D0%BF%D0%B5%D0%BA%D1%82%20%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%86%D1%96%D0%B9.pdf>
6. Ахо А., Хопкрофт Дж., Ульман Дж. Структуры данных и алгоритмы. – М.: Изд. Дом "Вильямс", 2003. – 384 с.
7. Операційні системи: [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності 123 «Комп'ютерна інженерія» / В. Г. Зайцев, І. П. Дробязко; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 3 Мбайт). – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 240 с.
8. Операційні системи : навч. посібник / Б. І. Погребняк, М. В. Булаєнко ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – 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. Мельник А. О., Яковлева І. Д. Подання та структурний аналіз паралельних алгоритмів : навчальний посібник. Львів : Магнолія 2006, 2022. 109 с
2. Конспект лекцій з навчальної дисципліни «Системне адміністрування ОС Linux» / уклад.: І. Д. Яковлева, І.Д. Лісовенко. Чернівці: ЧНУ, 2022. 91 с. (електронне видання)
3. Мельник А. О., Яковлева І. Д. Структурний аналіз і синтез паралельних алгоритмів : монографія. Чернівці : Чернівецький нац. ун-т, 2018. 184 с.
4. UNIX and Linux System Administration Handbook, 5th Edition by Trent R. Hein, Evi Nemeth, Garth Snyder, Ben Whaley, Dan Mackin Released August 2017 Publisher(s): Addison-Wesley Professional ISBN: 9780134278308
5. Brian Ward. How Linux Works, 2nd Edition: What Every Superuser Should Know. Random House Publishing Group. 2014. ISBN: 9781593276454. - 898 p
6. Siever, Eellen, Aaron Weber, and Stephen Figgins. Linux in a Nutshell (5th Edition)h Sebastopol, CA: O'Reilly Media, 2006.
7. William Stallings. Operating Systems: Internals and Design Principles, 9th Edition. – Pearson, 2018. ISBN-10: 0-13-467095-7 | ISBN-13: 978-0-13- 467095-9.
8. Мосіюк О. О., Федорчук А. Л. Операційні системи та системне програмування: навчально-методичний посібник. Житомир: Вид-во ЖДУ ім. Івана Франка, 2022. 76 с.

9. Інформаційні ресурси

1. Спеціальність 123 – Комп'ютерна інженерія, ОПП “Комп'ютерна інженерія” (бакалаврат, 4 р.) URL : <https://csn.chnu.edu.ua/spetsialnist-123-komp-yuterna-inzheneriya-opp-komp-yuterna-inzheneriya-bakalavrat-4-r/>
2. Best Software Engineering Books URL : <https://www.guru99.com/software-engineer-book.html>
3. Saunders M. How to write a simple operating system. URL:
4. <http://mikeos.sourceforge.net/write-your-own-os.html>
5. 2. Wienand I. Computer Science from the Bottom Up. URL:
6. <http://www.bottomupcs.com/>

7. 3. Офіційна сторінка Codecademy. URL: <https://www.codecademy.com>
8. 4. Офіційна сторінка Microsoft Windows 10. URL:
9. <https://www.microsoft.com/uk-ua/software-download/windows10>
10. 5. Офіційна сторінка Linux URL: <https://www.linux.org/>
11. 6. Офіційна сторінка Canonical UBUNTU URL: <https://ubuntu.com/>
12. 7. Офіційна сторінка FreeBSD URL: <https://www.freebsd.org/>
13. 8. Офіційна сторінка Fedora URL: <https://getfedora.org/uk/>
14. 9. Офіційна сторінка OpenSUSE URL: <https://www.opensuse.org/>
15. 10. Офіційна сторінка Debian URL <https://www.debian.org/index.uk.html>