

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Львівський національний університет імені Івана Франка
Факультет електроніки та комп'ютерних технологій
Кафедра радіоелектронних і комп'ютерних систем

Затверджено

На засіданні кафедри радіоелектронних
і комп'ютерних систем
факультету електроніки та комп'ютерних
технологій
Львівського національного університету
імені Івана Франка
(протокол № 1/201 від 28.08. 2023 р.)

Завідувач кафедри  Ігор ОЛЕНИЧ

Силабус із навчальної дисципліни
«Операційні системи, системне програмування»,
що викладається в межах ОПП «Інженерія програмного забезпе-
чення» першого (бакалаврського) рівня вищої освіти для здобу-
вачів з спеціальності
121 — Інженерія програмного забезпечення

Назва дисципліни	Операційні системи, системне програмування
Адреса викладання дисципліни	Корпус факультету електроніки та комп'ютерних технологій, Львівський національний університет імені Івана Франка, вул. Драгоманова 50, м. Львів, 79005, вул. Ген. Тарнавського 107, м. Львів, 79011
Факультет та кафедра, за якою закріплена дисципліна	Факультет електроніки та комп'ютерних технологій, кафедра радіоелектронних і комп'ютерних систем
Галузь знань, шифр та назва спеціальності	12 Інформаційні технології, 121 Інженерія програмного забезпечення
Викладачі дисципліни	Бойко Ярослав Васильович, канд. фіз.-мат. наук, доцент
Контактна інформація викладачів	yaroslav.boiko@lnu.edu.ua, https://electronics.lnu.edu.ua/employee/bojko-ya-v
Консультації з питань навчання по дисципліні відбуваються	Консультації в день проведення лекцій/лабораторних занять (за попередньою домовленістю): ауд. 102, корпус факультету електроніки та комп'ютерних технологій, вул. Драгоманова 50, м. Львів
Сторінка дисципліни	https://e-learning.lnu.edu.ua/course/view.php?id=2479
Коротка анотація дисципліни	Предметом вивчення навчальної дисципліни є архітектура, функціональні компоненти та програмні інтерфейси сучасних операційних систем. Програма навчальної дисципліни складається з двох модулів та чотирьох змістових модулів. Особливістю дисципліни є детальне вивчення представників двох основних груп операційних систем, які демонструють всі їхні характерні властивості — базованої на стандарті POSIX ОС GNU/Linux і Microsoft Windows. Поряд із вивченням алгоритмів роботи основних функціональних блоків ОС, студенти набувають навичок системного адміністрування та системного програмування на основі програмних інтерфейсів операційних систем.
Інформація про дисципліну	Дисципліна «Операційні системи, системне програмування» є дисципліною циклу професійної та практичної підготовки зі спеціальності 121 Інженерія програмного забезпечення для освітньої програми «Інженерія програмного забезпечення», яка викладається в 2 семестрі в обсязі 6,0 кредитів (за Європейською Кредитно-Трансферною Системою ECTS).
Мета та цілі дисципліни	<i>Мета:</i> формування у студентів знань про фундаментальні концепції та практичні рішення, що лежать в основі сучасних операційних систем. <i>Цілі:</i> формування у студентів практичних навичок професійного використання та адміністрування операційних систем і створення базового системного програмного забезпечення;
Література для вивчення дисципліни	1. Andrew S. Tanenbaum, Herbert Bos. Modern Operating Systems. Fifth Edition. – Pearson . – 2022. – 1156 p. 2. Шеховцов В. А. Операційні системи. – К.: Видавнича група BHV, 2005. – 576 с. 3. Silberschatz Abraham, Galvin Peter B., Gagne Greg. Operating system concepts. 10th edition. – Wiley. – 2018. – 1278 p. 4. Sri Manikanta Palakollu. Practical System Programming with C: Pragmatic Example Applications in Linux and Unix-Based Operating Systems. – Apress. – 2020. – 286 p. 5. Pavel Yosifovich. Windows 10 System Programming, Part 1 and 2. – Leanpub. – 2021. – 1286 p. 6. Rodolfo Giometti. Linux Device Driver Development Cookbook. – Packt.

	<p>– 2019. – 344 p.</p> <p>7. William Stallings. Operating Systems. Internals and Design Principles. Ninth Edition. – Pearson. – 2018. – 1426 p.</p> <p>8. Kerrisk Michael. The Linux Programming Interface. – No Starch Press, – 2010. – 1548 p.</p> <p>9. Holcombe Jane, Holcombe Charles, Survey of operating systems. Sixth edition. – McGraw-Hill Education, – 2020. – 848 p.</p> <p>10. Thomas Anderson, Michael Dahlin. Operating Systems: Principles and Practice. Vol.1-4. – Recursive Books. – 2015. – 600 p.</p> <p>11. Bob Quinn, David Shute. Windows sockets network programming. – Addison-Wesley Professional. – 2010. – 328 p.</p>
Обсяг курсу	Загальний обсяг: 180 годин. Аудиторних занять: 64 год., з них 32 год. лекційних та 32 годин лабораторних робіт. Самостійної роботи: 116 год.
Очікувані результати навчання	<p>Після завершення цього курсу студент буде:</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Знати</i> систематику та основні тенденції розвитку сучасних ОС; теоретичні основи та практичні аспекти архітектури ОС; програмні інтерфейси ОС; призначення та функції інструментальних засобів для створення системного програмного забезпечення; основи програмування прикладних та системних задач; порядок розробки системних алгоритмів та програм - <i>Вміти</i> створювати програмні модулі для різних операційних платформ; застосовувати функції, що експортуються операційним середовищем; вирішувати питання організації програмного інтерфейсу в системних програмах та модулях; оптимізувати програмний код. <p>Після вивчення даного курсу здобувачі набудуть таких Загальних та Фахових компетентностей та Програмних результатів навчання:</p> <p>ЗК01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.</p> <p>ЗК02. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.</p> <p>ЗК04. Здатність спілкуватися іноземною мовою як усно, так і письмово.</p> <p>ЗК05. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.</p> <p>ЗК06. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.</p> <p>ФК14. Здатність брати участь у проектуванні програмного забезпечення, включаючи проведення моделювання (формальний опис) його структури, поведінки та процесів функціонування.</p> <p>ФК15. Здатність розробляти архітектури, модулі та компоненти програмних систем.</p> <p>ФК17. Здатність дотримуватися специфікацій, стандартів, правил і рекомендацій в професійній галузі при реалізації процесів життєвого циклу.</p> <p>ФК18. Здатність аналізувати, вибирати і застосовувати методи і засоби для забезпечення інформаційної безпеки (в тому числі кібербезпеки).</p> <p>ФК19. Володіння знаннями про інформаційні моделі даних, здатність створювати програмне забезпечення для зберігання, видобування та опрацювання даних.</p> <p>ФК22. Здатність накопичувати, обробляти та систематизувати професійні знання щодо створення і супроводження програмного забезпечення та визнання важливості навчання протягом всього життя.</p> <p>ФК23. Здатність реалізовувати фази та ітерації життєвого циклу програмних систем та інформаційних технологій на основі відповідних моделей і підходів розробки програмного забезпечення.</p> <p>ФК24. Здатність здійснювати процес інтеграції системи, застосовувати стандарти і процедури управління змінами для підтримки цілісності, загальної функціональності і надійності програмного забезпечення.</p> <p>ФК25. Здатність обґрунтовано обирати та освоювати інструментарій з</p>

	<p>розробки та супроводження програмного забезпечення.</p> <p>ФК26. Здатність до алгоритмічного та логічного мислення.</p> <p>ПРН03. Знати основні процеси, фази та ітерації життєвого циклу програмного забезпечення.</p> <p>ПРН05. Знати і застосовувати відповідні математичні поняття, методи доменного, системного і об'єктно-орієнтованого аналізу та математичного моделювання для розробки програмного забезпечення.</p> <p>ПРН06. Вміння вибирати та використовувати відповідну задачі методологію створення програмного забезпечення.</p> <p>ПРН07. Знати і застосовувати на практиці фундаментальні концепції, парадигми і основні принципи функціонування мовних, інструментальних і обчислювальних засобів інженерії програмного забезпечення.</p> <p>ПРН08. Вміти розробляти людино-машинний інтерфейс.</p> <p>ПРН11. Вибирати вихідні дані для проектування, куруючись формальними методами опису вимог та моделювання.</p> <p>ПРН12. Застосовувати на практиці ефективні підходи щодо проектування програмного забезпечення.</p> <p>ПРН13. Знати і застосовувати методи розробки алгоритмів, конструювання програмного забезпечення та структур даних і знань.</p> <p>ПРН15. Мотивовано обирати мови програмування та технології розробки для розв'язання завдань створення і супроводження програмного забезпечення.</p> <p>ПРН16. Мати навички командної розробки, погодження, оформлення і випуску всіх видів програмної документації.</p> <p>ПРН17. Вміти застосовувати методи компонентної розробки програмного забезпечення.</p> <p>ПРН21. Знати, аналізувати, вибирати, кваліфіковано застосовувати засоби забезпечення інформаційної безпеки (в тому числі кібербезпеки) і цілісності даних відповідно до розв'язуваних прикладних завдань та створюваних програмних систем.</p> <p>ПРН23. Вміти документувати та презентувати результати розробки програмного забезпечення.</p>
Ключові слова	Операційна система, ядро ОС, архітектура ОС, програмний інтерфейс, системні виклики,
Формат курсу	Очний
	Проведення лекцій, лабораторних робіт та консультації для кращого розуміння тем
Теми	Див. СХЕМА КУРСУ
Підсумковий контроль, форма	Залік у кінці семестру
Пререквізити	Для вивчення курсу студенти потребують базових знань з дисциплін «Програмування», «Архітектура комп'ютерів», «Алгоритми та структури даних», «Об'єктно-орієнтоване програмування».
Навчальні методи та техніки, які будуть використовуватися під час викладання курсу	Презентація, лекції, лабораторні роботи, обговорення, дискусія.
Необхідне обладнання	Для проведення лекційних занять: комп'ютер (мінімальні характеристики: процесор з архітектурою x86_64, 8ГБ оперативної пам'яті, 512ГБ HDD/SSD), доступ до мережі Internet, засоби мультимедіа (в т.ч. проектор). Для проведення лабораторних занять: Комп'ютерний клас (мінімальні характеристики: процесор з архітектурою x86 64, 8ГБ оперативної

	пам'яті, 512ГБ HDD/SSD). Необхідне програмне забезпечення включає в себе ОС Linux, ОС Windows evaluation edition, компілятори мови C.
Критерії оцінювання (окремо для кожного виду навчальної діяльності)	<p>Оцінювання проводиться за 100-бальною шкалою. Бали нараховуються за таким співвідношенням:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Змістовий модуль 1: до 10 балів за виконання модульного завдання – 50 тестових завдань. • Змістовий модуль 2: до 15 балів за виконання модульного завдання – 75 тестових завдань.. • Виконання лабораторних робіт: до 75 балів. <p>Підсумкова максимальна кількість балів 100. Звітність за курс – залік у кінці семестру.</p> <p>Змістовий модуль – самостійна робота студента у вигляді проходження тестових завдань у системі електронного навчання Moodle. Питання до тестового завдання вибираються випадковим чином із банку завдань. Тематика завдань подана у розділі Питання до модульного контролю.</p> <p>Академічна доброчесність: Очікується, що роботи студентів будуть оригінальними дослідженнями чи міркуваннями. Списування та втручання в роботу інших студентів становлять, але не обмежують, приклади можливої академічної недоброчесності. Виявлення ознак академічної недоброчесності у виконанні завдань є підставою для її незарахування викладачем, незалежно від масштабів плагіату чи обману. Жодні форми порушення академічної доброчесності не толеруються.</p> <p>Відвідання занять є важливою складовою навчання. Очікується, що всі студенти відвідають усі лекції та лабораторні заняття курсу. Студенти повинні інформувати викладача про неможливість відвідати заняття. У будь-якому випадку студенти зобов'язані дотримуватися термінів визначених для виконання всіх видів робіт, передбачених курсом.</p> <p>Література. Уся література, яку студенти не зможуть знайти самостійно, буде надана викладачем виключно в освітніх цілях без права її передачі третім особам. Студенти заохочуються до використання також й іншої літератури та джерел, яких немає серед рекомендованих.</p> <p>Політика виставлення балів. Враховуються бали, набрані при поточному контролі та бали за виконання лабораторних робіт. При цьому обов'язково враховуються присутність на заняттях та активність студента під час практичного заняття; недопустимість пропусків та запізнень на заняття; користування мобільним телефоном, планшетом чи іншими мобільними пристроями під час заняття в цілях не пов'язаних з навчанням; списування та плагіат; несвоєчасне виконання поставленого завдання і т. ін.</p> <p>Оцінювання лабораторних робіт (15 лабораторних робіт, максимальна кількість балів: 75) відбувається шляхом оцінки роботи студента під час проведення лабораторної роботи в аудиторії та захисту звіту по виконаній лабораторній роботі (0-5 балів за одну роботу).</p> <p>Бали оцінювання лабораторних робіт нараховуються за наступним співвідношенням:</p> <p>5 – студент в повному обсязі володіє навчальним матеріалом, має повне</p>

	<p>розуміння розглянутої теми, надає правильні відповіді на запитання по темі, код програми функціонує відповідно до завдання;</p> <p>4 – студент достатньо розуміє розглянутий матеріал та принципи написаного ним коду програми, присутні неточності та незначні помилки у відповідях на запитання по темі, код програми функціонує відповідно до завдання (або з несуттєвими недоліками);</p> <p>3 – студент не досить добре розуміє розглянутий матеріал та написаний ним код програми, вагається та надає неточні/не конкретні відповіді на запитання по темі, код програми функціонує неточно, або з помірними недоліками;</p> <p>2 – студент погано розуміє розглянутий матеріал та написаний ним код програми, студент в більшості надає помилкові відповіді на питання по темі, код програми функціонує з суттєвими недоліками;</p> <p>1 - студент погано розуміє розглянутий матеріал та написаний ним код програми, код програми не функціонує належним чином;</p> <p>0 - студент зовсім не засвоїв розглянутий матеріал, написаний ним код програми не відповідає темі/не функціонує взагалі.</p> <p>Оцінювання змістових модулів (2 змістових модулів, 25 балів сумарно) — за результатами проходження студентом тестів.</p> <p>Критерії оцінювання результатів неформальної освіти: Нарахування балів відбувається за написання студентом тез доповідей на конференціях, наукових статей, участь у діяльності наукових гуртків, участь у наукових семінарах та круглих столах, конкурсах, участь у заходах неформальної освіти за отримання сертифікатів про проходження навчання на різних освітніх платформах (Coursera, Prometheus тощо), курсах на провідних ІТ компаніях за тематикою навчальної дисципліни. Кількість балів визначається відсотком покриття результатів відповідної активності до вимог результатів навчання з навчальної дисципліни.</p>
<p>Питання до модульного контролю</p>	<p>Базові поняття архітектури операційних систем. Реалізація архітектури операційних систем. Операційна система та її оточення. Особливості архітектури: UNIX і Linux. Особливості архітектури Windows.</p> <p>Базові поняття процесів і потоків. Багатопотоковість та її реалізація.</p> <p>Стани процесів і потоків. Опис процесів і потоків.</p> <p>Перемикання контексту й обробка переривань. Створення і завершення процесів і потоків.</p> <p>Керування процесами в UNIX і Linux. Керування потоками в Linux. Керування процесами у Windows.</p> <p>Загальні принципи планування. Види планування. Стратегії планування. Витісняльна і невитісняльна багатозадачність. Алгоритми планування. Реалізація планування в Linux. Реалізація планування у Windows.</p> <p>Основні принципи та проблеми взаємодії потоків. Базові механізми синхронізації потоків. Взаємодія потоків у Linux. Взаємодія потоків у Windows.</p> <p>Види міжпроцесової взаємодії. Базові механізми міжпроцесової взаємодії.</p> <p>Взаємні блокування. Інші проблеми багатопотокових застосувань. Використання потоків для організації паралельних обчислень.</p> <p>Основи технології віртуальної пам'яті. Сегментація пам'яті. Сторінкова організація пам'яті. Сторінково-сегментна організація пам'яті. Реалізація керування основною пам'яттю: Linux. Реалізація керування</p>

	<p>основною пам'яттю: Windows.</p> <p>Завантаження сторінок на вимогу. Заміщення сторінок. Зберігання сторінок на диску. Реалізація віртуальної пам'яті в Linux та у Windows.</p> <p>Динамічна ділянка пам'яті процесу. Особливості розробки розподілювачів пам'яті. Реалізація динамічного керування пам'яттю в Linux. Реалізація динамічного керування пам'яттю в Windows.</p> <p>Поняття файла і файлової системи. Організація інформації у файловій системі. Зв'язки. Атрибути файлів. Операції над файлами і каталогами. Міжпроцесова взаємодія на основі інтерфейсу файлової системи. Файлові блокування. Файли, що відображаються у пам'ять. Поіменовані канали.</p> <p>Інтерфейс віртуальної файлової системи VFS. Файлові системи ext2fs і ext4fs. Файлова система /rroc. Файлові системи лінії FAT. Файлова система NTFS. Системний реєстр Windows.</p> <p>Загальні принципи компонування. Статичне компонування виконуваних файлів. Завантаження виконуваних файлів за статичного компонування. Динамічне компонування. Поняття динамічної бібліотеки. Структура виконуваних файлів. Виконувані файли в Linux. Виконувані файли у Windows.</p> <p>API та файлові системи мобільних ОС на прикладі ОС Android. Виконувані файли та технології створення програмного забезпечення для мобільних ОС.</p> <p>Загальні принципи мережної підтримки. Реалізація стека протоколів Інтернету.</p> <p>Програмний інтерфейс сокетів Берклі. Архітектура мережної підтримки Linux.</p> <p>Архітектура мережної підтримки Windows. Програмний інтерфейс Windows Sockets.</p>
<p>Опитування</p>	<p>Анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано по завершенню курсу.</p>

**Схема курсу “Операційні системи, системне програмування”
для студентів спеціальності 121 – Інженерія програмного забезпечення**

Тиж.	Тема, план, короткі тези	Форма діяльності (заняття)* *лекція, самостійна, дискусія, групова робота)	Література.*** Ресурси в інтернеті	Завданн я, год	Термін виконан ня
1	Поняття операційної системи, її призначення та функції	Лекція	1, 2, 3, 7, 9,10	2	кінець поточно го тижня
1	Структура файлової системи UNIX, основні команди, команди роботи з файлами	Лабораторна робота	Сайт курсу	3	кінець поточно го тижня
2, 3	Архітектура операційних систем	Лекція	1, 2, 3, 5,7, 9,10	4	кінець поточно го тижня
2, 3	Система розмежування доступу в Linux /UNIX, права доступу до файлів і керування ними	Лабораторна робота	Сайт курсу	2	кінець поточно го тижня
4	Керування процесами і потоками	Лекція	1, 2, 4, 5, 7,8	2	кінець поточно го тижня
4	Редактор vi	Лабораторна робота	Сайт курсу	2	кінець поточно го тижня
5	Планування процесів і потоків	Лекція	1, 2, 4, 5, 7, 8	2	кінець поточно го тижня
5	Командна оболонка shell, стандартні потоки вводу/виводу, фільтри і конвеєри	Лабораторна робота	Сайт курсу	2	кінець поточно го тижня
6	Взаємодія потоків	Лекція	1, 2, 4, 5, 7,8	2	кінець поточно го тижня
6	Процеси в ОС UNIX і керування ними (використання shell)	Лабораторна робота	Сайт курсу	2	кінець поточно го тижня
7	Міжпроцесова взаємодія	Лекція	1, 2, 3, 10	2	кінець поточно го тижня
7	Професійна робота з командними оболонками (основи програмування shell)	Лабораторна робота	Сайт курсу	2	кінець поточно го тижня
8	Практичне використання багатопотоковості	Лекція	1, 2, 4	2	кінець поточно го тижня
8	Інструментальні засоби системного програмування	Лабораторна робота	Сайт курсу	2	кінець поточно го тижня
9	Керування оперативною пам'яттю.	Лекція	1, 2, 4, 5, 7, 8	2	кінець поточно го тижня
9	Програмний інтерфейс керування процесами і потоками	Лабораторна робота	Сайт курсу	2	кінець поточно го тижня
10	Віртуальна пам'ять	Лекція	1, 2, 4, 5, 7, 8	2	кінець поточно го тижня
10	Програмна реалізація міжпоточної взаємодії в ОС Windows і Linux	Лабораторна робота	Сайт курсу	2	кінець поточно го тижня

11	Динамічний розподіл пам'яті	Лекція	1, 2, 4, 5, 7, 8	2	кінець поточно го тижня
11	Програмна реалізація міжпоточної взаємодії в ОС Windows і Linux	Лабораторна робота	Сайт курсу	2	кінець поточно го тижня
12	Логічна організація файлових систем	Лекція	1,2, 5, 6, 8,9	2	кінець поточно го тижня
12	Реалізація міжпроцесової взаємодії на основі інтерфейсу файлової системи	Лабораторна робота	Сайт курсу	2	кінець поточно го тижня
13	Реалізація файлових систем	Лекція	1,2, 5, 6, 8,9	2	кінець поточно го тижня
13	Робота з програмними інтерфейсами файлових систем.	Лабораторна робота	Сайт курсу	2	кінець поточно го тижня
14	Виконувані файли	Лекція	1,2,5,6	2	кінець поточно го тижня
14	Вивчення структури виконуваних файлів і створення динамічних бібліотек.	Лабораторна робота	Сайт курсу	2	кінець поточно го тижня
15	Особливості мобільних ОС	Лекція	2	2	кінець поточно го тижня
15	Вивчення структури виконуваних файлів і створення динамічних бібліотек.	Лабораторна робота	Сайт курсу	2	кінець поточно го тижня
16	Мережні засоби операційних систем	Лекція	1,2,8,11	2	кінець поточно го тижня
16	Створення мережних застосувань із використанням програмного інтерфейсу сокетів.	Лабораторна робота	Сайт курсу	2	кінець поточно го тижня