МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ КОМП'ЮТЕРНИХ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

ЗАТВЕРДЖУЮ
Декан факультету
_____ Інна КОНДІУС
«29» серпня 2026 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ
Перший проректор
_____ Надія КОВАЛЬЧУК
«29» серпня 2026 р.

СИЛАБУС

з освітнього компонента «Системне програмування»
ступінь вищої освіти – бакалавр
галузь знань – F Інформаційні технології
спеціальність – F7 Комп'ютерна інженерія
освітня програма – Комп'ютерна інженерія

Кафедра комп'ютерної інженерії та охоронних систем

Силабус склав(ла) старший викладач (ПП) кафедри автоматизації та безпілотних систем Олег СМОЛЯНКІН

Силабус затверджений на засіданні кафедри комп'ютерної інженерії та охоронних систем, протокол № 1/1 від «29» серпня 2026 р.

Завідувач кафедри к.т.н., доцент Тарас ТЕРЛЕЦЬКИЙ

Розглянуто та схвалено групою забезпечення освітньої програми «Комп'ютерна інженерія», протокол № 2 від «27» серпня 2026 р.

Гарант ОП «Комп'ютерна інженерія» к.т.н., доцент Світлана ЛАВРЕНЧУК

Схвалено науково-методичною радою університету, протокол № 1/а від «29» серпня 2026 р.

Затверджений силабус онлайн:
https://e.lntu.edu.ua/syllabus/3516

Луцьк – 2026

СИЛАБУС ОСВІТНЬОГО КОМПОНЕНТА «Системне програмування»

Освітня програма	Комп'ютерна інженерія
Галузь знань / Спеціальність	F Інформаційні технології / F7 Комп'ютерна інженерія
Рівень вищої освіти	перший (бакалаврський)
Статус дисципліни	нормативна
Мова викладання	українська
Обсяг	5 кредитів ECTS / 150 годин, семестр 3
Форма контролю	екзамен
Викладач(і)	старший викладач (пп) Олег СМОЛЯНКІН

1. Мета і завдання дисципліни

Мета: Формування у здобувачів вищої освіти теоретичних знань і практичних навичок кросплатформної розробки системного програмного забезпечення мовою C з використанням системних викликів операційних систем сімейств Linux (POSIX) та Windows (Win32 API), опанування механізмів управління процесами (у тому числі основ ізоляції процесів, на яких побудовані контейнери), потоками, пам'яттю, синхронізацією та міжпроцесною взаємодією, набуття вміння аналізувати низькорівневе (асемблерне) представлення програми, згенероване компілятором, а також ознайомлення з сучасною мовою системного програмування Zig, її моделлю явного керування ресурсами та вбудованою крос-компіляцією як прагматичною альтернативою традиційному підходу мовою C.

Завдання: Завдання вивчення дисципліни є:
- здобуття теоретичних знань про принципи взаємодії прикладних програм з операційною системою через системні виклики;
- опанування засобів кросплатформної розробки мовою C (POSIX API, Win32 API);
- формування навичок роботи з процесами, потоками та їх синхронізацією (м'ютекси, семафори, умовні змінні);
- набуття практичних навичок організації міжпроцесної взаємодії (канали, спільна пам'ять, черги повідомлень, сокети);
- формування вміння читати та аналізувати асемблерний код, згенерований компілятором;
- ознайомлення з типовими вразливостями низькорівневого коду та основами безпечного програмування;
- формування навичок сучасного системного програмування мовою Zig (явне керування ресурсами, обробка помилок, крос-компіляція).

Пререквізити: Програмування. Структури даних та алгоритми /

2. Компетентності

ІК — інтегральна компетентність: Здатність розв’язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми під час професійної діяльності в комп’ютерній галузі або навчання, що передбачає застосування теорій та методів комп’ютерної інженерії і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.

ЗК02 — Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

СК02 — Здатність використовувати сучасні методи і мови програмування для розроблення алгоритмічного та програмного забезпечення.

СК03 — Здатність створювати системне та прикладне програмне забезпечення комп’ютерних систем та мереж.

СК19 — Здатність розробляти та впроваджувати як апаратні, так і програмні рішення для комп'ютерних, вбудованих і розподілених систем, включаючи системи Інтернету речей, а також

їхні складові компоненти.

3. Структура дисципліни, розподіл годин, зв'язок тем з компетентностями

№	Назва теми	Лекції денна/ заочна	Лаб. денна/ заочна	Самост. робота денна/ заочна	Разом	Методи навчання	Методи оцінювання	ЗК та СК
Змістовий модуль 1. Системне програмування мовою С.								
1	Тема 1. Вступ до системного програмування мовою С. Компіляція, збірка та системні виклики в різних ОС/=.	2/0,5	2/0,5	6/9,25	10/10,25	МН1, МН2, МН3	МО1, МО2, МО4	ЗК02, СК02, СК03
2	Тема 2. Робота з файлами та каталогами на рівні системних викликів.	2/0,5	2/0,5	6/9,25	10/10,25	МН1, МН2, МН3	МО1, МО2, МО4	ЗК02, СК02, СК03
3	Тема 3. Управління пам'яттю в мові С.	2/0,5	2/0,5	6/9,25	10/10,25	МН1, МН2, МН3	МО1, МО2, МО4	ЗК02, СК02, СК03
4	Тема 4. Аргументи командного рядка, середовище виконання та обробка помилок.	2/0,5	2/0,5	6/9,25	10/10,25	МН1, МН2, МН3	МО1, МО2, МО4	ЗК02, СК02, СК03
5	Тема 5. Основи читання асемблерного коду, згенерованого компілятором.	2/0,5	2/0,5	6/9,25	10/10,25	МН1, МН2, МН3	МО1, МО2, МО4	ЗК02, СК02, СК03
6	Тема 6. Процеси в операційній системі. Основи ізоляції процесів (namespaces, cgroups).	2/0,5	2/0,5	6/9,25	10/10,25	МН1, МН2, МН3	МО1, МО2, МО4	ЗК02, СК02, СК03, СК19
7	Тема 7. Потоки виконання та багатопотокове програмування.	2/0,5	2/0,5	6/9,25	10/10,25	МН1, МН2, МН3	МО1, МО2, МО4	ЗК02, СК02, СК03, СК19
Змістовий модуль 2. Синхронізація та взаємодія процесів.								

№	Назва теми	**Лекції** денна/ заочна	**Лаб.** денна/ заочна	**Самост. робота** денна/ заочна	**Разом**	**Методи навчання**	**Методи оцінювання**	**ЗК та СК**
8	Тема 8. Синхронізація потоків: критичні секції та м'ютекси.	2/0,5	2/0,5	6/9,25	10/10,25	МН1, МН2, МН3	МО1, МО2, МО4	ЗК02, СК02, СК03, СК19
9	Тема 9. Синхронізація потоків: семафори та умовні змінні.	2/0,5	2/0,5	6/9,25	10/10,25	МН1, МН2, МН3	МО1, МО2, МО4	ЗК02, СК02, СК03, СК19
10	Тема 10. Класичні задачі та проблеми синхронізації.	2/0,25	2/0,25	6/9,25	10/9,75	МН1, МН2, МН3	МО1, МО2, МО4	ЗК02, СК02, СК03
11	Тема 11. Міжпроцесна та мережева взаємодія (IPC, сокети).	2/0,25	2/0,25	6/9,25	10/9,75	МН1, МН2, МН3	МО1, МО2, МО4	ЗК02, СК02, СК03, СК19
12	Тема 12. Основи безпечного системного програмування мовою C	2/0,25	2/0,25	6/9,25	10/9,75	МН1, МН2, МН3	МО1, МО2, МО4	ЗК02, СК02, СК03
13	Тема 13. Сучасне системне програмування мовою Zig. Явні аллокатори та comptime.	2/0,25	2/0,25	6/9	10/9,5	МН1, МН2, МН3	МО1, МО2, МО4	ЗК02, СК02, СК03
14	Тема 14. Обробка помилок та безпечна робота з ресурсами в мові Zig.	2/0,25	2/0,25	6/9	10/9,5	МН1, МН2, МН3	МО1, МО2, МО4	ЗК02, СК02, СК03
15	Тема 15. Крос-компіляція та системне програмування в Zig.	2/0,25	2/0,25	6/9	10/9,5	МН1, МН2, МН3	МО1, МО2, МО4	ЗК02, СК02, СК03
	Разом	**30/6**	**30/6**	**90/138**	**150/150**			

Легенда: ЗК — загальна компетентність (номер за п. 2); СК — спеціальна (фахова) компетентність (номер за п. 2). Повне формулювання кожного коду наводиться в ОП / стандарті спеціальності.

Методи навчання: МН1 — словесний метод (лекція, дискусія, співбесіда тощо); МН2 — практичний метод (лабораторні та практичні заняття); МН3 — наочний метод (метод ілюстрацій і метод демонстрацій).

Методи оцінювання: МО1 — екзамен; МО2 — усне або письмове опитування; МО4 — тестування.

4. Результати навчання

ПРН03. Знати новітні технології в галузі комп’ютерної інженерії.

ПРН06. Вміти застосовувати знання для ідентифікації, формулювання і розв’язування технічних задач спеціальності, використовуючи методи, що є найбільш придатними для досягнення поставлених цілей.

ПРН11. Вміти здійснювати пошук інформації в різних джерелах для розв’язання задач комп’ютерної інженерії.

ПРН22. Вміти створювати та використовувати як апаратне, так і програмне забезпечення для комп'ютерів, вбудованих систем і систем Інтернету речей, включаючи їх складові елементи.

5. Цілі сталого розвитку

ЦСР 4 – Якісна освіта

6. Неформальна освіта

Рекомендовані курси, тренінги, стажування та інші: результати навчання, здобуті у формальній, неформальній чи інформальній освіті, можуть бути визнані відповідно до процедур ЛНТУ. Підтвердженнями можуть бути сертифікати тематичних тренінгів, вебінарів чи онлайн-курсів разом з описом досягнутих результатів навчання та, за потреби, коротке верифікаційне завдання або портфоліо.

7. Критерії та форми контролю

Оцінювання — за 100-бальною шкалою (національна шкала / ЄКТС). Підсумковий бал = поточний контроль (20 %) + ІЗ/КПІЗ (10 %) + модульний контроль (30 %) + екзамен (40 %).

Академічна доброчесність: самостійне виконання завдань; коректне посилання на джерела; позначення частин тексту, згенерованих засобами ШІ. Порушення академічної доброчесності не толеруються.

8. Зміст тем

Тема 1. Вступ до системного програмування мовою С. Компіляція, збірка та системні виклики в різних ОС/=.

Місце мови С у системному програмуванні; етапи компіляції. Компілятори gcc (Linux) та MinGW/MSVC (Windows), makefile. Поняття системного виклику; POSIX API та Win32 API. Бібліотеки системного рівня: glibc, ntdll.

Тема 2. Робота з файлами та каталогами на рівні системних викликів.

Функції open/read/write/close (POSIX) та CreateFile/ReadFile/WriteFile (Win32). Файлові дескриптори та handle, права доступу. Обхід дерева каталогів програмним шляхом.

Тема 3. Управління пам'яттю в мові С.

Сегменти пам'яті процесу: код, дані, стек, купа. malloc/free vs VirtualAlloc/HeapAlloc/mmap. Типові помилки роботи з пам'яттю: витоки, вихід за межі буфера.

Тема 4. Аргументи командного рядка, середовище виконання та обробка помилок.

Аргументи командного рядка (argc/argv), змінні середовища. Коди завершення процесу. errno/perror vs GetLastError/FormatMessage; сигнали та SEH.

Тема 5. Основи читання асемблерного коду, згенерованого компілятором.

Отримання асемблерного лістингу (gcc -S, MSVC /FA). Регістри, стек викликів, calling conventions. Читання прологу/епілогу функції.

Тема 6. Процеси в операційній системі. Основи ізоляції процесів (namespaces, cgroups).

Створення процесів та керування ними засобами POSIX та Win32 API fork/exec (Linux) та CreateProcess (Windows). Очікування завершення процесу: wait/waitpid, WaitForSingleObject. Батьківські та дочірні процеси, ієрархія процесів. Основи ізоляції процесів у Linux: простори імен (namespaces) та контрольні групи (cgroups) як фундамент контейнеризації.

Тема 7. Потоки виконання та багатопотокове програмування.

Створення потоків виконання та керування ними в різних операційних системах, POSIX Threads (pthread_create) та Win32 Threads (CreateThread). Життєвий цикл потоку, передавання параметрів. Завершення потоків та звільнення ресурсів.

Тема 8. Синхронізація потоків: критичні секції та м'ютекси.

Поняття критичної секції, вимоги до алгоритмів синхронізації. Механізми взаємного виключення при доступі кількох потоків до спільного ресурсу pthread_mutex_t (Linux) та CRITICAL_SECTION/Mutex (Windows). Вартість синхронізації та вплив на продуктивність.

Тема 9. Синхронізація потоків: семафори та умовні змінні.

Двійкові та лічильні семафори: sem_t (POSIX) та Semaphore (Windows). Умовні змінні (condition variables). Порівняння механізмів синхронізації: м'ютекс vs семафор.

Тема 10. Класичні задачі та проблеми синхронізації.

Систематизування типових патернів паралельного програмування та проблем, що виникають при синхронізації. Задачі «виробник-споживач», «читачі-письменники», «обідаючі філософи». Взаємне блокування (deadlock) та умови його виникнення. Голодування (starvation) та стан гонитви (race condition).

Тема 11. Міжпроцесна та мережева взаємодія (IPC, сокети).

Механізми обміну даними між процесами та основи мережевої взаємодії засобами системного програмування. Канали (pipe/FIFO) та іменовані канали (Named Pipes). Спільна пам'ять та черги повідомлень. Сокети BSD (Linux) та Winsock (Windows), клієнт-серверна модель.

Тема 12. Основи безпечного системного програмування мовою C

Типові вразливості низькорівневого коду мовою C та методи захисту від них. Переповнення буфера (buffer overflow) та його наслідки. Небезпечні функції C (strcpy, gets) та безпечні альтернативи. Механізми захисту: стекові канарки, ASLR, DEP/NX.

Тема 13. Сучасне системне програмування мовою Zig. Явні аллокатори та comptime.

Порівняння Zig і C: явність, відсутність прихованої «магії» рантайму. Explicit allocators: аллокатор як явний параметр функції. Error union types замість винятків/null-покажчиків. comptime — виконання коду на етапі компіляції.

Тема 14. Обробка помилок та безпечна робота з ресурсами в мові Zig.

Ідіоматичні обробки помилок і детерміноване звільнення ресурсів у мові Zig. Error unions та оператор try. defer та errdefer для гарантованого звільнення ресурсів. Optional-типи (?T) замість null-покажчиків. Порівняння з обробкою помилок та керуванням ресурсами в C.

Тема 15. Крос-компіляція та системне програмування в Zig.

Крос-компіляційну модель Zig та її застосування в кросплатформній розробці системного ПЗ. Вбудований крос-компілятор Zig: компіляція під Linux/Windows без окремих тулчейнів. Система збірки build.zig. Zig як drop-in заміна компілятора для наявного C-коду. Практичне застосування для кросплатформного системного ПЗ.

9. Опис ІЗ/КПІЗ

Індивідуальні завдання з дисципліни «Системне програмування» виконується самостійно кожним студентом. КПІЗ охоплює усі основні теми дисципліни «Системне програмування».

У якості комплексного практичного індивідуального завдання з дисципліни «Системне програмування» студенти повинні скласти алгоритми для розв’язання поставлених в індивідуальному варіанті задач.

Метою виконання КПІЗ є оволодіння навичками застосування теоретичних знань. КПІЗ оформлюється у відповідності з встановленими вимогами. Виконання КПІЗ є одним із обов'язкових складових модулів залікового кредиту з дисципліни «Системне програмування» Індивідуальне завдання оцінюється за 100-бальною шкалою. Виконання індивідуального завдання є одним із обов’язкових складових модулів залікового кредиту з дисципліни «Системне

програмування».

10. Загальні вимоги

Освітній процес регулюється академічними правилами ЛНТУ. Здобувачі освіти зобов’язані ознайомитися з вимогами, визначеними Кодексом академічної доброчесності ЛНТУ та Політикою етичного використання штучного інтелекту в ЛНТУ, і дотримуватися принципів академічної доброчесності та етичного використання штучного інтелекту в освітній діяльності.

Академічна доброчесність. Учасники освітнього процесу зобов’язані дотримуватися Закону України «Про академічну доброчесність» від 18.12.2025 № 4742-IX та внутрішніх нормативних документів ЛНТУ. Не допускаються академічний плагіат, фабрикація, фальсифікація, привласнення авторства, несамостійне виконання завдань, а також недоброчесне використання результатів, згенерованих штучним інтелектом.

Використання штучного інтелекту. Інструменти штучного інтелекту можуть використовуватися для пошуку ідей, пояснення методів, попереднього структурування, мовного редагування та допоміжного аналізу неконфіденційних даних, якщо конкретне завдання не передбачає повністю самостійного виконання. Здобувач освіти має зазначати використаний інструмент, мету та етап його застосування, перевіряти факти й розрахунки та самостійно обґрунтовувати висновки.

11. Література

І. Навчально-методичні матеріали та розробки

Праці автора силабуса:

1. Комп'ютерні технології та програмування: метод. вказівки для виконання практичних робіт здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти освітньої програми «Автоматизація та комп’ютерно–інтегровані технології» галузі знань G Електроніка, автоматизація та електронні комунікації спеціальність G7 Автоматизація, комп’ютерно–інтегровані технології та робототехніка денної та заоч. форм навч. / уклад. О. О. Смолянкін. Луцьк: ЛНТУ, 2026. 28 с. URL: https://repository.lntu.edu.ua/handle/123456789/4814

2. Алгоритмізація та програмування: метод. вказівки для виконання практичних робіт здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти освітньої програми «Інформаційні системи та технології охорони і безпеки» галузь знань F Інформаційні технології спец. F6 Інформаційні системи та технології денної та заоч. форм навч. / уклад. О. О. Смолянкін. Луцьк: ЛНТУ, 2026. 28 с. URL: https://repository.lntu.edu.ua/handle/123456789/6065

Праці інших авторів:

3. Рисований О. М. Системне програмування. Ч. 1. Основи програмування на асемблері. Середовище програмування masm64 : навч. посіб. Харків : НТУ "ХПІ", 2025. 180 с. URL: kpi.kharkov.ua (дата звернення: 15.10.2026).

4. Мосіюк О. О., Федорчук А. Л. Операційні системи та системне програмування : навч. посіб. Житомир : ЖДУ ім. Івана Франка, 2022. 215 с. URL: zu.edu.ua (дата звернення: 15.10.2026).

5. Системне програмування: розробка багатопотокових програм в операційній системі Linux : метод. вказівки до лаб. робіт / уклад. С. В. Чопоров. Запоріжжя : ЗНУ, 2021. 64 с. URL: znu.edu.ua (дата звернення: 15.10.2026).

6. Системне програмне забезпечення. Програмування в операційних системах Windows та Linux : навч.-метод. посіб. / уклад. В. В. Поляков. Харків : НТУ "ХПІ", 2023. 142 с. URL: kpi.kharkov.ua (дата звернення: 15.10.2026).

ІІ. Наукові праці

Праці автора силабуса:

7. Смолянкін О. О., Чорнобай М. О., Маркіна Л. М.,Сацик В. О. Розробка антропоморфного маніпулятора з керуванням від рукавички з датчиками згину на базі мікроконтролера ESP32. Перспективні технології та прилади. 2026. Вип. 28. С. 68-75. URL: https://repository.lntu.edu.ua/handle/123456789/5853

8. L. Markina, B. Palchevskyi, R. Hrudetskyi, O. Smoliankin, Y. Melnychuk and N. Khrystynets, "Optimization of Ethanol Production Using State-Space Modeling and Optimal Control Technology," 2023 13th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT), Athens, Greece, 2023, pp. 1-7, doi: 10.1109/DESSERT61349.2023.10416529. URL: https://repository.lntu.edu.ua/handle/123456789/532

9. Смолянкін О. О., Маркіна Л. М. ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА РОЗПІЗНАВАННЯ ОБ'ЄКТІВ НА БАЗІ RASPBERRY PI 3 ВИКОРИСТАННЯМ ГЛИБОКИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ ТА NODE-RED. Перспективні технології та прилади»: зб. статей. Луцьк, 2025. Вип. 27. С. 166-170 DOI: https://doi.org/10.36910/10.36910/6775-2313-5352-2025-27-23. URL: https://eforum.lntu.edu.ua/index.php/jurnal/uk/article/view/2005

10. Маркіна Л. М., Чорнобай М. В., Сацик В. О., Смолянкін О. О. Комп'ютеризована система для автоматизації розрахунків і контролю академічної успішності студентів. Перспективні технології та прилади»: зб. статей. Луцьк, 2025. Вип. 27. С. 113-121 / URL: https://eforum.lntu.edu.ua/index.php/jurnal/uk/article/view/1999/1848

III. Інформаційні ресурси

11. Moodle URL: https://mdl.lntu.edu.ua/course/view.php?id=10045