



**Національний
транспортний
університет**

ВК Інженерія програмного забезпечення систем реального часу

Рівень вищої освіти – другий (магістерський)

Дні занять, час занять, аудиторія: будуть доступні згідно розкладу за посиланням <https://kizt.ntu.edu.ua/to-the-student/rozklady-zanyat-i-sesij/>

Кафедра інформаційних систем і технологій

Лекційні заняття проводить

к.т.н., доцент Сватко Віталій Володимирович

Контактна інформація	vsvatko83@gmail.com +380 (98) 610-85-62
-----------------------------	---

Адреса, номер аудиторії	м. Київ, вул. Івана Огієнка, 19, каб. 601a
--------------------------------	--

Час консультацій	Щовівторка з 10:00 до 11:00
-------------------------	-----------------------------

Практичні заняття проводить

к.т.н., доцент Сватко Віталій Володимирович

Контактна інформація	vsvatko83@gmail.com +380 (98) 610-85-62
-----------------------------	---

Аудиторія	м. Київ, вул. Івана Огієнка, 19, каб. 601a
------------------	--

Час консультацій	Щовівторка з 10:00 до 11:00
-------------------------	-----------------------------

Анотація курсу: «Інженерія програмного забезпечення систем реального часу» - вибіркова навчальна дисципліна, спрямована на формування інженерних умінь проєктувати програмне забезпечення, яке реагує на події в установлені часові межі. У курсі розглядаються часові вимоги, моделі дедлайнів, архітектури RTOS, планування задач, синхронізація, часодетерміновані комунікації, аналіз часу виконання та перевірка надійності систем реального часу.

Практичний фокус дисципліни: формування часових контрактів, проєктування задач і взаємодій у RTOS, розрахунок розкладів і часу відгуку, реалізація синхронізації, моделювання обміну повідомленнями, вимірювання латентності та підготовка інженерного звіту з доказами дотримання дедлайнів.

Предметом вивчення є методи та інструменти інженерії програмного забезпечення систем реального часу: формування часових вимог, проєктування RTOS-орієнтованих компонентів, планування задач, синхронізація, комунікації, аналіз виконання та перевірка часової коректності. Обсяг дисципліни - 4 кредити ЄКТС (120 годин): денна форма - 18 годин лекцій, 18 годин практичних занять і 84 години самостійної роботи; заочна форма - 2 години лекцій, 4 години практичних занять і 114 годин самостійної роботи.

Мета дисципліни: сформувані здатність проєктувати, реалізовувати та оцінювати програмні компоненти систем реального часу з урахуванням часових обмежень, обмежених ресурсів, конкурентного виконання й вимог до надійності.

Очікувані результати навчання: після завершення дисципліни здобувач освіти зможе: 1) формулювати часові вимоги, дедлайни, допустимі затримки та критерії прийнятності для функцій системи реального часу; 2) обирати архітектуру й засоби RTOS з урахуванням часових, апаратних і

ресурсних обмежень; 3) будувати моделі задач і перевіряти їхню досяжність за обраною політикою планування; 4) проєктувати конкурентну взаємодію, синхронізацію та обмін повідомленнями з обмеженим блокуванням; 5) вимірювати час відгуку, латентність, джиттер і пропуски дедлайнів та інтерпретувати результати експерименту; 6) обґрунтовувати інженерні рішення, документувати часову коректність і готувати технічний звіт щодо надійності розгортання.

Міждисциплінарні зв'язки: дисципліна спирається на результати попереднього навчання з програмування, операційних систем, комп'ютерних мереж та основ проєктування програмного забезпечення.

Програма навчальної дисципліни складається з таких модулів:

Модуль 1. Вимоги та проєктування систем реального часу

Тема 1. Часові вимоги та моделі систем реального часу.

Поняття реактивних систем і систем реального часу; жорсткі, тверді й м'які дедлайни; період, термін, час відгуку, затримка та джиттер; часові вимоги до функцій керування й моніторингу; класи критичності.

Тема 2. Архітектури програмного забезпечення реального часу та RTOS.

Циклічні, подієві та гібридні архітектури; задачі, потоки, обробники переривань і таймери; структура ядра RTOS; керування пам'яттю та конфігурацією; розподіл функцій між прикладним кодом і системними службами.

Модуль 2. Планування, взаємодія та перевірка часової коректності

Тема 3. Планування задач і аналіз гарантованого часу відгуку.

Кооперативне та витіснювальне планування; пріоритети; періодичні, спорадичні й аперіодичні задачі; підходи Rate Monotonic та Earliest Deadline First; завантаження процесора; аналіз часу відгуку та перевірка досяжності дедлайнів.

Тема 4. Конкурентність, синхронізація та інверсія пріоритетів.

Взаємодія задач і обробників переривань; спільні ресурси; критичні секції; mutex, semaphore, черги повідомлень і подій; взаємне блокування; протоколи успадкування та стелі пріоритетів; обмеження блокування.

Тема 5. Часодетерміновані комунікації та інтеграція підсистем.

Часодетермінований і подієвий обмін; черги й буфери; часові мітки та синхронізація годинників; пропускну здатність, затримка й джиттер; контроль втрат і перевантаження; CAN, real-time Ethernet і TSN як приклади технологій інтеграції.

Тема 6. Аналіз виконання, верифікація та надійність розгортання.

Оцінювання верхньої межі часу виконання; трасування подій; вимірювання латентності й джиттера; пропуски дедлайнів; навантажувальні та відмовостійкі експерименти; моніторинг стану; симуляція, емуляція та hardware-in-the-loop; документування доказів часової коректності.

Індивідуальне завдання окремо не передбачено освітньою програмою та навчальним планом; самостійні роботи за темами 1–6 виконуються в межах поточного й модульного контролю.

Окремі індивідуальні роботи з обов'язковим оцінюванням не встановлюються; результати самостійної роботи перевіряються в межах поточних практичних і модульних завдань.

Для стимулювання науково-дослідницького й творчого інтересу здобувачів вищої освіти і здобуття ними навичок наукової діяльності доречно заохочувати їх до виконання додаткових видів робіт в певних проєктах, і враховувати цю діяльність при підведенні підсумків роботи здобувачів вищої освіти у семестрі. Так, наприклад, здобувачам вищої освіти може бути запропоновано виконання рефератів за темами дисципліни у вигляді презентацій та захистити її на практичному занятті. Найкращі рекомендуються до виступу на науково-практичній конференції.

Індивідуальні види робіт не обмежуються і приймаються пропозиції щодо вдосконалення курсу (як лекційної, так і практичної складової).

Методи контролю: Методи поточного контролю: виконання практичних, ситуаційних, тестових та інших завдань, опитування за темами, короткі виступи та презентації з тематики дисципліни.

Методи модульного контролю: письмова контрольна робота, підсумкове тестування.

Джерела для вивчення курсу –

1. Силабус навчальної дисципліни.

2. Електронний ресурс бібліотеки НТУ: <http://lib.ntu.edu.ua/catalog/login.html>

Віртуальне середовище навчання (Google classroom)

Оцінювання

Контроль протягом семестру (60 балів)					Залік	Сума балів
Модуль 1		Модуль 2		Модуль 3 (ІЗ)		
Тема 1	Тема 2	Тема 3	Теми 4–6			
Для денної форми здобуття вищої освіти: - практичні завдання за темами 1–6 - по 5 балів (усього 30); - модульна контрольна робота № 1 - 15 балів; - модульна контрольна робота № 2 - 15 балів; - поточний контроль разом - 60 балів.					40	100
Для заочної форми здобуття вищої освіти: - письмові/дистанційні завдання за темами 1–6 - по 5 балів (усього 30); - контрольна робота - 30 балів; - поточний контроль разом - 60 балів.						

Самостійна робота

Написання та захист реферату (тематика погоджується із викладачем курсу) у вигляді доповіді та/або презентації, написання тез, статті, участь у міжнародних, всеукраїнських та/або інших заходах та/або конкурсах (за тематикою навчальної дисципліни) оцінюються додатково до 10 балів.

Підготування до семінарських занять та контрольних заходів здійснюється під час самостійної роботи здобувачів з можливістю консультування з викладачем у визначений час консультацій або за допомогою електронного листування (електронна пошта, месенджери).

Додаткові бали до поточного контролю здобувач освіти може отримати, пройшовши навчальний курс у вигляді неформальної освіти з отриманням сертифікату в межах предмету вивчення дисципліни та пройшовши процедуру визнання згідно Тимчасове положення про порядок визнання результатів навчання, набутих студентами Національного транспортного університету у неформальній/інформальній освіті

Критерії оцінювання

Підсумкові бали з навчальної дисципліни визначаються як сума балів, отриманих здобувачем протягом семестру відповідно Додатку 1 до Положення про організацію освітнього процесу у Національному транспортному університеті

Політика несвоєчасного проходження контрольних заходів.

Поточний та підсумковий контролю проводяться згідно з графіком освітнього процесу та встановленими Науково-методичною радою НТУ графіками. У випадку неявки здобувача вищої освіти на підсумковий контроль з поважних причин можливе індивідуальне проведення контролю в узгоджений з викладачем термін за наявності дозволу директорату Навчально-наукового інституту управління, технологій та правових наук.

Повторне складання екзамену у випадку отримання незадовільної оцінки допускається не більше двох разів: один раз – викладачу, другий – комісії, яка створюється з директором Навчально-наукового інституту управління, технологій та правових наук.

При поданні індивідуального завдання пізніше встановленого терміну без поважної причини оцінка буде знижена на 10 %. Технічні проблеми (поломка обладнання, проблеми з друком) не є поважною причиною для несвоєчасного подання індивідуального завдання.

Політика перескладання. Упродовж тижня після оголошення результатів поточного контролю здобувач освіти може звернутися до оцінювача за роз'ясненням і/або з незгодою щодо отриманої оцінки. У випадку незгоди з рішенням оцінювача щодо результатів підсумкового контролю здобувач освіти може звернутися до оцінювача з незгодою щодо отриманої оцінки у день її оголошення. Повторне проходження підсумкового контролю з метою підвищення позитивної оцінки не допускається.

Політика відвідування та / або активності. Відвідування навчальних занять є обов'язковим для здобувача освіти. Невиконання здобувачем освіти завдань, що визначені індивідуальним навчальним планом практичних занять, через відсутність на заняттях є підставою для прийняття рішення про недопущення до підсумкового контролю. За рішенням директорату Навчально-наукового інституту управління, технологій та правових наук передбачається надання можливості виконати пропущені завдання за індивідуальним графіком (але не пізніше, ніж до завершення підсумкового контролю).

Академічна доброчесність.

Дотримання академічної доброчесності засновується на ряді положень та принципів академічної доброчесності, що регламентують діяльність здобувачів вищої освіти та викладачів НТУ:

Кодекс етики академічних взаємовідносин та доброчесності Національного транспортного університету

Положення про систему забезпечення академічної доброчесності педагогічними, науково-педагогічними, науковими працівниками та здобувачами вищої освіти в Національному транспортному університеті

Порушеннями академічної доброчесності є:

- академічний плагіат;
- фальсифікація;
- списування;
- обман;
- неправомірна вигода;
- хабарництво.

Порушення Кодексу етики академічних взаємовідносин та доброчесності Національного транспортного університету є серйозним порушенням, навіть якщо воно є ненавмисним.

При проходженні контролю (поточного або підсумкового) особа, яка проходить контроль, не має права використовувати будь-яку зовнішню (сторонню) допомогу. Якщо оцінювач підозрює особу, що проходить контроль, у використанні недозволених допоміжних засобів, він має право запропонувати їй вчинити дії, які б спростували підозру. У разі відмови від вчинення дій зі спростування підозри, списування, використання недозволених допоміжних засобів чи зовнішньої допомоги (обману) результат оцінюється як «незадовільно».

Поведінка в аудиторії. Ноутбуки та портативні пристрої можна використовувати ВИКЛЮЧНО з навчальною метою за вказівкою викладача. Неправомірне використання ноутбуків чи портативних пристроїв вважатиметься порушенням дисципліни, викладач має право ініціювати дії з унеможливлення їх використання.

В аудиторії забороняється вживання їжі, напоїв (за винятком води). Здобувачі вищої освіти та викладачі повинні дотримуватися етичних норм поведінки.

Здобувачам вищої освіти з обмеженими можливостями або особливими потребами слід до початку семестру звернутися до директорату Навчально-наукового інституту управління, технологій та правових наук та обговорити питання організації навчання.

При виникненні у здобувача вищої освіти проблем зі здоров'ям, які можуть заважати навчанню, слід звернутися до медичного закладу та повідомити про це директорат Навчально-

наукового інституту управління, технологій та правових наук.

Скарги, пропозиції, зауваження та повідомлення про наявність конфліктних ситуацій в рамках освітніх програм здобувачі можуть надсилати на електронну адресу general@ntu.edu.ua або скористатися скринькою довіри, яка розміщена при вході в університет.

Електронна скринька для звернень до психологічної служби: philosophy@ntu.edu.ua.

Зв'язок з викладачем: e-mail: vsvatko83@gmail.com; тел.: +380 (98) 610-85-62.

Рекомендована література:

1. Buttazzo G. C. Hard Real-Time Computing Systems: Predictable Scheduling Algorithms and Applications. 4th ed. Cham: Springer, 2024. URL: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-031-45410-3> (дата звернення: 12.08.2026).
2. Barry R. Mastering the FreeRTOS Real Time Kernel: A Hands-On Tutorial Guide. 2024. [Online]. URL: https://www.freertos.org/Documentation/02-Kernel/07-Books-and-manual/01-RTOS_book (дата звернення: 12.08.2026).
3. FreeRTOS. Task scheduling. [Online documentation]. URL: <https://www.freertos.org/Documentation/02-Kernel/02-Kernel-features/01-Tasks-and-co-routines/04-Task-scheduling> (дата звернення: 12.08.2026).
4. Zephyr Project. Scheduling. [Online documentation]. URL: <https://docs.zephyrproject.org/latest/kernel/services/scheduling/index.html> (дата звернення: 12.08.2026).
5. Zephyr Project. Kernel services and synchronization. [Online documentation]. URL: <https://docs.zephyrproject.org/latest/kernel/services/synchronization/index.html> (дата звернення: 12.08.2026).
6. The Linux Kernel Documentation. RT-mutex subsystem with priority-inheritance support. [Online]. URL: <https://docs.kernel.org/locking/rt-mutex.html> (дата звернення: 12.08.2026).
7. AUTOSAR. Classic Platform. [Online]. URL: <https://www.autosar.org/standards/classic-platform/> (дата звернення: 12.08.2026).
8. ISO 26262-1:2018. Road vehicles - Functional safety - Part 1: Vocabulary. Geneva: ISO, 2018. URL: <https://www.iso.org/standard/68383.html> (дата звернення: 12.08.2026).

Додаткова інформація

Детальнішу інформацію щодо методів навчання, практичних занять, форм оцінювання, самостійної роботи та повного списку літератури наведено у Робочій програмі навчальної дисципліни.