



Національний технічний університет України
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»



Кафедра системного
програмування і
спеціалізованих
ком'ютерних систем

СПЕЦІАЛІЗОВАНІ СИСТЕМИ РЕАЛЬНОГО ЧАСУ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Другий (магістерський)</i>
Галузь знань	<i>F Інформаційні технології</i>
Спеціальність	<i>F7 Комп'ютерна Інженерія</i>
Освітня програма	<i>ОНП Системне програмування та спеціалізовані комп'ютерні системи</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>Очна (денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>1 курс, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>5 кредитів, 150 годин</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Екзамен, МКР, РГР</i>
Розклад занять	<i>http://rozklad.kpi.ua/</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лекції і лабораторні: д.т.н., проф. Зайцев В.Г., v_zaitsev@bigmir.net</i>
Розміщення курсу	<i>https://ela.kpi.ua/handle/123456789/29604</i>

Програма навчальної дисципліни

1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Метою вивчення дисципліни є підсилення у студентів наступних компетенцій та програмних результатів навчання:

- ЗК 1 Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу*
- ЗК 2 Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями*
- ЗК 3 Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях*
- ЗК 6 Здатність організації міжособистісної взаємодії*
- ЗК 7 Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми*
- ЗК 8 Здатність працювати в команді*
- ЗК 11 Здатність вести дослідницьку діяльність, включаючи аналіз проблем, постановку цілей і завдань, вибір способу й методів дослідження, а також оцінку його якості*
- ФК 16 Здатність до алгоритмічного та логічного мислення*
- ПРН 1 Знати і розуміти наукові положення, що лежать в основі функціонування комп'ютерних засобів, систем та мереж*

- ПРН 12 *Вміти ефективно працювати як індивідуально, так і у складі команди.*
- ПРН 14 *Вміти поєднувати теорію і практику, а також приймати рішення та виробляти стратегію діяльності для вирішення завдань спеціальності з урахуванням загальнолюдських цінностей, суспільних, державних та виробничих інтересів.*
- ПРН 18 *Використовувати інформаційні технології та для ефективного спілкування на професійному та соціальному рівнях.*
- ПРН 19 *Здатність адаптуватись до нових ситуацій, обґрунтовувати, приймати та реалізовувати у межах компетенції рішення.*
- ПРН 20 *Усвідомлювати необхідність навчання впродовж усього життя з метою поглиблення набутих та здобуття нових фахових знань, удосконалення креативного мислення.*
- ПРН 21 *Якісно виконувати роботу та досягати поставленої мети з дотриманням вимог професійної етики.*

Предмет дисципліни

- *вміння аналізувати вимоги до сучасних високопродуктивних комп'ютерних систем реального часу;*
- *використовувати методи оцінки продуктивності обчислювальних систем;*
- *засвоїти основні архітектурні поняття обчислювальних систем реального часу;*
- *опанувати основи та особливості побудови операційних систем, на яких можна побудувати системи реального часу;*
- *аналіз проблем, що виникають при створенні систем реального часу у тому числі формулювання критеріїв здійсненості проекту програмного забезпечення на етапі вибору структури системи;*
- *аналіз особливості алгоритмів планування при виборі операційних систем, що дозволяють створити програмне забезпечення реального часу;*
- *визначення проблеми паралельної обробки та основні шляхи їх вирішення;*

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Вивчення кредитного модуля «Системи реального часу» дозволяє сформувати у студентів компетенції, необхідні для розв'язання практичних задач професійної діяльності, пов'язаної з аналізом та використанням сучасних інформаційних технологій.

Кредитний модуль «Системи реального часу» забезпечує підтримку вивчення таких кредитних модулів: «Проектування вбудованих комп'ютерних систем», «Технологія проектування спеціалізованих операційних систем», «Дослідження і проектування системного програмного забезпечення».

3 Зміст навчальної дисципліни

Перелік основних тем, що входять до програми вивчення дисципліни “Спеціалізовані системи реального часу”:

Розділ 1. Визначення та основні особливості систем реального часу

Тема 1.1. Введення. Особливості систем реального часу

Розділ 2. Планування і диспетчеризація

Тема 2.1. Алгоритми і типи планувальників.

Тема 2.2. Алгоритми планування, засновані на пріоритетах

Розділ 3. Обмін інформацією між процесами

Тема 3.1. Засоби обміну інформацією між завданнями

Розділ 4. Планування завдань

Тема 4.1. Гарантії планування

Тема 4.2. Динамічне планування

Розділ 5. Короткий огляд поширених ОС РЧ

Тема 5.1. Загальні характеристики ОСРЧ

Тема 5.2. Характеристики поширених ОСРЧ

Тема 5.3. Системи на основі Linux, Системи на основі Windows NT,

Розділ 6. Особливості програмування у реальному часі

Тема 6.1. Послідовне програмування та програмування задач у реальному часі

Тема 6.2. Паралельне програмування і багатозадачність

Розділ 7. Асинхронна і синхронна обробка даних

Тема 7.1. Обробка виключень і переривань

Тема 7.2. Пріоритети процесів і продуктивність системи

Розділ 8. Визначення часу виконання програм

Тема 8.1. Методи визначення часу виконання програм

Тема 8.2. Прогнозування часу виконання прикладної програми

Тема 8.3. Методи виміру часу виконання блоків прикладних програм.

Тема 8.4. Методи прогнозування часу виконання програм за допомогою моделей Марківських ланцюгів

Тема 8.5. Методи дослідження часових характеристик виконання комплексу прикладних задач СРЧ

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література

1. Лекції з дисципліни “Системи реального часу”. Електронний ресурс – <https://www.twirpx.com/file/124745>
2. Комп’ютерні системи реального часу: навчальний посібник / Національний технічний університет України “Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського”. В.Г. Зайцев, Є.І. Цибяєв. – Київ, 2019. Електронний ресурс КПІ ім. Ігоря Сікорського: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/29604>.
3. Зайцев В.Г. Оцінка часових характеристик задач в багатопроцесорних системах реального часу з використанням сіток Петрі [Текст] / В.Г. Зайцев, Є.І. Цибяєв // Управління розвитком складних систем. – 2020. – № 42. – С. 43 – 50; [dx.doi.org\10.32347/2412-9933.2020.42.43-50](https://doi.org/10.32347/2412-9933.2020.42.43-50).
4. Зайцев В.Г. Модель оцінки часових характеристик у комп’ютерних системах реального часу з використанням сіток Петрі [Текст] / В.Г. Зайцев, Є.І. Цибяєв // Управління розвитком складних систем. – 2019. – № 40. – С. 76 – 86; [dx.doi.org\10.6084/m9.figshare.11969013](https://doi.org/10.6084/m9.figshare.11969013).
5. Зайцев В.Г. Оцінка часу виконання програм / В.Г. Зайцев, М.В., Плехотний Є.І., Цибяєв // Radio electronic computer system Scientific and technical magazine. – 2014. – № 6. – С. 39–42.

Допоміжна література

6. Harel D., Politi M. Modeling Reactive Systems with Statecharts. New York: McGraw Hill, 1998.
7. Jacobson I., Booch G., Rumbaugh J. The Unified Software Development Process. Reading, Mass.: Addison-Wesley, 1999.

Навчальний контент

5 Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

5.1 Лекційні заняття:

Лекції з дисципліни проводяться із використанням сучасних мультимедійних презентаційних технологій.

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань
1	Лекція 1. Вступ. Особливості систем реального часу. Визначення систем реального часу. Вимоги, що пред’являються до систем реального часу. Багатозадачність Основні поняття систем реального часу. Типи задач систем реального часу
2	Лекція 2. Типи планувальників. Витискаючі і невитискаючі алгоритми планування.
3	Лекція 3. Алгоритми планування, засновані на пріоритетах
4	Лекція 4. Засоби обміну інформацією між процесами. . Поштові скриньки Канали . Віддалений виклик процедур.

5	Лекція 5. Гарантії планування . Основні параметри завдань (задач) Статичне планування . Основні параметри завдань (задач). Динамічне планування.
6	Лекція 6. Загальні характеристики властивостей ОС РЧ. Характеристики поширених ОСРЧ. Система CYORUS. Система LynxOS. Система OS-9. Система pSOSystem. Система PTC. Система VRTX . Система VxWorks. Система QNX. Спеціалізовані ОС РЧ .
7	Лекція 7. Системи на основі Linux. Системи на основі Windows NT.
8	Лекція 8. Послідовне програмування та програмування задач у реальному часі Середовище програмування . Структура програм реального часу
9	Лекція 9. Паралельне програмування і багатозадачність. Вимоги до мов програмування реального часу
10	Лекція 10. Обробка переривань і виключень Програмування операцій очікування. Внутрішні підпрограми операційної системи
11	Лекція 11. Пріоритети процесів і продуктивність системи
12	Лекція 12. Методи визначення часу виконання програм. Прогнозування часу виконання прикладної програми на мові C та ОС WINDOWS
13	Лекція 13. Методи виміру часу лінійних блоків прикладної програми
14	Лекція 14. Метод прогнозування часу виконання програм за допомогою статистичних марківських моделей обчислювального процесу
15	Лекція 15. Методи дослідження часових характеристик виконання комплексу задач СРЧ

5.2. Лабораторні роботи

№ з/п	Назва лабораторної роботи	Кількість ауд. годин
1	Лаб. робота №1. Перевірка працездатності проекту системи реального часу	8
2	Лаб. робота №2 Методика виміру часу виконання прикладної програми	8

Лабораторні заняття виконуються згідно індивідуальних завдань (варіанти визначаються викладачем) з використанням сучасних мов програмування та середовищ розробки програм (IDE).

В умовах дистанційного навчання усі види занять, у тому числі контрольні заходи, можуть бути проведені з використанням сервісу Zoom, а також індивідуальні заходи з використанням сервісу Skype.

5.3. Модульна контрольна робота

В процесі вивчення дисципліни студенти самостійно за індивідуальними варіантами виконують модульну контрольну роботу (МКР), що дозволяє визначити рівень та якість засвоєння студентом отриманих в процесі вивчення дисципліни знань. Завдання до МКР складається з теоретичних питань за основними темами курсу.

5.4. Розрахунково-графічна робота

В процесі вивчення дисципліни студенти самостійно за індивідуальними варіантами виконують розрахунково-графічну роботу (РГР), що дозволяє визначити рівень та якість засвоєння студентом отриманих в процесі вивчення дисципліни знань. Завдання до РГР складається з теоретичних питань за основними темами курсу та питань до самостійної роботи студентів.

6. Самостійна робота студента

Самостійна робота студентів складається з виконання індивідуальних завдань за тематикою, яка виноситься на лабораторні роботи та розрахунково-графічну роботу, а також опрацювання теоретичного матеріалу за наданим лекційним матеріалом та рекомендованою літературою, у тому числі за темами, які винесені на самостійне вивчення (згідно таблиці 1).

На самостійну роботу студент має витратити кількість годин, що співмірна із кількістю годин, проведених ним на аудиторних заняттях.

Таблиця 1. Питання, які виносяться на самостійне опрацювання

№ з/п	Назва теми, що виноситься на самостійне опрацювання	Кількість годин
1	Основні поняття систем реального часу. Типи задач систем реального часу	10
2	Типи планувальників у система реального часу. Витискаючі і невитискаючі алгоритми планування	10
3	Засоби обміну інформацією між процесами. Поштові скриньки. Канали. Віддалений виклик процедур. Гарантії планування . Основні параметри завдань (задач). Статичне планування.	15
4	Характеристики поширених ОСРЧ. Система CYORUS. Система LynxOS. Система OS-9. Система pSOSystem . Система PTC. Система VRTX . Система VxWorks. Система QNX. Спеціалізовані ОС РЧ . Системи на основі Linux Системи на основі Windows NT.	19
5	Послідовне програмування та програмування задач у реальному часі. Паралельне програмування і багатозадачність. Вимоги до мов програмування реального часу	10

6	<i>Програмування операцій очікування. Внутрішні програми операційної системи реального часу. Прогнозування часу виконання прикладної програми на мові C та ОС WINDOWS</i>	10
---	---	----

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Студент має вивчати дисципліну протягом о семестру, дотримуючись календарного плану виконання завдань лабораторних робіт, вивчення тем лекційного матеріалу, виконання модульної контрольної роботи. Усі завдання студент має виконувати самостійно і вчасно.

Завдання з лабораторної роботи вважається виконаним, якщо студент захистив його у викладача (показав працездатність, відповідність індивідуальному завданню, відповів на усі питання) та надав звіт з виконання даної роботи. Несвоєчасним вважається виконання завдання із затримкою більш ніж на 1 тиждень. За несвоєчасну здачу лабораторних робіт передбачені штрафні бали. Такі обмеження стимулюють студента організувати систематичне виконання завдань та не допускати значного накопичення незданих робіт на кінець семестру.

Оцінювання студентів здійснюється згідно рейтингової оцінки рівня підготовки студентів з дисципліни. Поточний стан успішності студентів відображується в системі «Електронний кампус», до якого студенти мають доступ.

8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

8.1 Поточний контроль

Поточний контроль результатів навчання передбачає виконання студентами лабораторних робіт, модульної контрольної роботи, розрахунково-графічної роботи, опитування на лекціях.

Критерії оцінювання лабораторних робіт включають якість розробки, безпомилковість її виконання, якість захисту та підготовки звіту щодо виконаної роботи.

Ваговий бал – 20. Максимальна кількість балів за виконані роботи та правильні відповіді при захисті дорівнює $20 \text{ балів} \times 2 = 40 \text{ балів}$.

За несвоєчасну здачу лабораторних робіт передбачені штрафні бали.

Ваговий бал за модульну контрольну роботу (МКР), що складається з 5-х запитань, дорівнює 10. Максимальна кількість балів за правильні відповіді дорівнює $2 \text{ балів} \times 5 = 10 \text{ балів}$.

Ваговий бал за розрахунково-графічну роботу (РГР) - 10. За несвоєчасну здачу РГР передбачені штрафні бали.

Загальна кількість штрафних балів не повинна перевищувати 10 балів. За високу якість і креативність при виконанні лабораторних робіт, МКР і РГР, активність на лекціях передбачені заохочувальні бали загальної кількості не більше 10 балів.

8.2 Календарний контроль

Проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог робочої програми.

На першій атестації студент отримує «атестовано», якщо його поточний рейтинг становить 50 % від максимальної кількості балів, яку може отримати студент до першої атестації.

На другій атестації студент отримує «атестовано», якщо його поточний рейтинг становить 60 % від максимальної кількості балів, яку може отримати студент до другої атестації.

8.3 Семестровий контроль

Семестровий контроль результатів навчання проводиться у вигляді екзамену. Рейтинг **RC** студента з дисципліни складається з балів, що він отримує за:

- 1) 2 лабораторні роботи - 40 балів,
- 2) модульну контрольну роботу (МКР) – 10 балів,
- 3) розрахунково-графічну роботу (РГР) – 10 балів,
- 4) штрафні (максимально 10) та заохочувальні (максимально 10) бали

Розмір шкали рейтингу $R = 100$ балів.

Розмір стартової шкали $RC = 60$ балів.

Розмір екзаменаційної роботи $RE = 40$ балів.

Умови допуску до семестрового контролю (екзамену):

- зарахування усіх лабораторних робіт,
- виконання МКР, виконання і захист РГР,
- **стартовий рейтинг $RC \geq 30$ балів** (не менше 50 % від RC).

Екзамен:

Ваговий бал екзамену – 40 балів.

Критерії оцінювання відповідей на екзамені:

- правильність відповіді на одне запитання – 10 балів,
- максимальна кількість балів за правильні відповіді дорівнює: $10 \text{ балів} \times 4 = 40 \text{ балів}$.

Підсумкова оцінка формується за результатами оцінювання знань та навичок студента в семестрі та на екзамені за формулою: $R = RC + RE$. Оцінка визначається згідно таблиці нижче:

$R = RC + RE$	Оцінка ECTS
95...100	Відмінно
85...94	Дуже добре
75...84	Добре
65...74	Задовільно
60...64	Достатньо

<i>< 60</i>	<i>Незадовільно</i>
<i>Не виконані умови допуску</i>	<i>Не допущено</i>

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено професором каф. СПіСКС, д.т.н., проф. Зайцевим В.Г.

Ухвалено кафедрою СП та СКС (протокол № 10 від 20.05.25)

Погоджено Методичною комісією факультету¹ (протокол № 11 від 23.05.25)

¹ Методичною радою університету – для загальноуніверситетських дисциплін.