



КОМП'ЮТЕРНІ СИСТЕМИ РЕАЛЬНОГО ЧАСУ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Третій (PhD)</i>
Галузь знань	<i>12 Інформаційні технології</i>
Спеціальність	<i>123 Комп'ютерна інженерія</i>
Освітня програма	<i>ОНП Комп'ютерна інженерія</i>
Статус дисципліни	<i>Нормативна</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>2 курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>3 кредити, 90 годин</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Екзамен</i>
Розклад занять	<i>http://rozklad.kpi.ua/</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Доктор техн.. наук, проф. Зайцев В.Г., v_zaitsev@bigmir.net</i>

Програма навчальної дисципліни

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

Метою вивчення дисципліни є формування у студентів наступних компетенцій:

- ЗК 4* *Здатність розв'язувати комплексні проблеми у сфері комп'ютерної інженерії на основі системного наукового світогляду та загального культурного кругозору із дотриманням принципів професійної етики та академічної доброчесності.*
- ФК 9* *Здатність до використання традиційних та новітніх інформаційно-комунікаційних технологій, сучасних комп'ютерних систем, програмного забезпечення, засобів й наукового обладнання в комп'ютерній інженерії.*
- ФК 10* *Здатність аналізувати отриману наукову інформацію, з метою прогнозування змін, що відбудуться у результаті розвитку комп'ютерної інженерії, планувати наукові дослідження, брати участь у роботі українських і міжнародних дослідницьких колективів для вирішення наукових і науково-освітніх завдань в комп'ютерній інженерії.*
- ПРН 7* *Застосовувати загальні принципи та методи математики, інформатики та інших наук, а також сучасні методи та інструменти, цифрові технології та спеціалізоване програмне забезпечення для провадження досліджень у сфері комп'ютерної інженерії.*

ПРН 12 Здійснювати дослідження та проектування різноманітних технічних та програмних складових систем реального часу на підставі знання сучасних методів побудови інтелектуальних систем.

Предмет дисципліни

- вміння аналізувати вимоги до сучасних високопродуктивних комп'ютерних систем реального часу;
- використовувати методи оцінки продуктивності обчислювальних систем;
- засвоїти основні архітектурні поняття обчислювальних комп'ютерних систем реального часу;
- опанувати основи та особливості побудови операційних систем, на яких можна побудувати комп'ютерні системи реального часу;
- аналіз проблем, що виникають при створенні комп'ютерних систем реального часу у тому числі формулювання критеріїв здійсненності 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 освітнього компонента «Комп'ютерні системи реального часу» дозволяє сформуванню у здобувачів компетенцій, необхідні для розв'язання практичних задач професійної діяльності, пов'язаної з аналізом та використанням сучасних інформаційних технологій.

Освітній компонент «Комп'ютерні системи реального часу» ґрунтується на знаннях та світоглядному баченні отриманому попередньо під час вивчення дисципліни «Філософські засади наукової діяльності».

Освітній компонент «Комп'ютерні системи реального часу» забезпечує вивчення таких освітніх компонентів:

- «Нові методи побудови інтелектуальних систем» ОКР «PhD»

3. Зміст навчальної дисципліни

Перелік основних тем, що входять до програми вивчення дисципліни «Комп'ютерні 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

Тема 3.2. Гарантії планування

Тема 3.3. Динамічне планування

Розділ 4. Короткий огляд поширених ОС РЧ

Тема 4.1. Загальні характеристики ОСРЧ

Тема 4.2. Характеристики поширених ОСРЧ

Тема 4.3. Системи на основі Linux, Системи на основі Windows NT,

Розділ 5. Особливості програмування у реальному часі

Тема 5.1. Послідовне програмування та програмування задач у реальному часі

Тема 5.2. Паралельне програмування і багатозадачність

Розділ 6. Асинхронна і синхронна обробка даних

Тема 6.1. Обробка виключень і переривань

Тема 6.2. Пріоритети процесів і продуктивність системи

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література

1. *Зайцев В. Г., Цибаєв Є. І. Оцінка часових характеристик у комп'ютерних системах реального часу з використанням сіток Петрі. Управління розвитком складних систем. Київ, 2023. № 54. С. 48 – 62, [dx.doi.org\10.32347/2412-9933.2023.54.48-62](https://doi.org/10.32347/2412-9933.2023.54.48-62).*
2. *Зайцев В. Г., Цибаєв Є. І. Комп'ютерні системи реального часу: навчальний посібник. Національний технічний університет України “Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського”. Київ, 2019. URL: <https://ela.kpi.ua/handle//123456789/29604>*
3. *Зайцев В. Г., Цибаєв Є. І. Модель оцінки часових характеристик у комп'ютерних системах реального часу з використанням сіток Петрі. 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).*
4. *Марченко К.М., Оришака О.В., Босько В.В., Собінов О.Г. Комп'ютерні системи : навч. посіб. М-во освіти і науки України, Центральнoукраїн. нац. техн. ун-т, каф. кібербезпеки та програмного забезпечення. – Кропивницький : ЦНТУ, – Кропивницький: 2022. – 130 с. <http://dspace.kntu.kr.ua/jspui/handle/123456789/11956>*
5. *Пупена О.М. Ельперін І.В. Програмування промислових контролерів у середовищі UNITY PRO – К.: Видавництво Лира-К, 2021. – 376 с.*

Допоміжна література

1. Зайцев В.Г. Оцінка часу виконання програм / В.Г. Зайцев, М.В. Плахотний, Є.І. Цибачев // *Radio electronic computer system Scientific and technical magazine*. – 2014. – № 6. – С. 39–42.
2. Зайцев В. Г., Цибачев Є. І. Оцінка часових характеристик задач в багатопроцесорних системах реального часу з використанням сіток Петрі. *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).
3. Кузьма К.Т., Мельник О.В. Паралельні та розподілені обчислення: навчальний посібник для вищих закладів освіти. – Миколаїв: ФОП Швець В.М., 2020. – 172 с.
4. Марченко К.М., Оришака О.В., Марченко А.К., Мельник А.М. Ризики впровадження штучного інтелекту в комп'ютерні системи // *Центральноукраїнський науковий вісник: Технічні науки*, вип. № 4 (32), ч. 1. – Кропивницький, ЦНТУ, 2022 - с. 119-124. http://mapiea.kntu.kr.ua/archive/36_I.html
5. Томас Г. Кормен, Чарлз Е. Лейзерсон, Роналд Л. Рівест, Кліффорд Стайн Вступ до алгоритмів. — К. : К. І. С., 2019. — 1288 с.
6. Невлюдов І.Ш. Технологія програмування промислових контролерів в інтегрованому середовищі CODESYS: Навчальний посібник / І.Ш. Невлюдов, С.П. Новоселов, О.В. Сичова. – Харків: ХНУРЕ, 2019. – 264 с.
7. Harel D., Politi M. *Modeling Reactive Systems with Statecharts*. New York: McGraw Hill, 1998.
8. Jacobson I., Booch G., Rumbaugh J. *The Unified Software Development Process*. Reading, Mass.: Addison-Wesley, 1999.
9. Arpaci-Dusseau R. H., Arpaci-Dusseau A. C. *Operating systems*. University of Wisconsin–Madison, 2018. – 709 p.
10. Silberschatz, A., Galvin, P. B., Gagne, G. *Operating system concepts*. 10th edition. Hoboken, NJ : Wiley, 2018. – 1278 p.

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	<i>Лекція 2. Типи планувальників. Витискаючі і невитискаючі алгоритми планування. Алгоритми планування, засновані на пріоритетах. Засоби обміну інформацією між процесами. Поштові скриньки. Канали. Віддалений виклик процедур.</i>
3	<i>Лекція 3. Гарантії планування. Основні параметри завдань (задач). Статичне планування. Необхідність у динамічному плануванні.</i>
4	<i>Лекція 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.</i>
5	<i>Лекція 5. Послідовне програмування та програмування задач у реальному часі. Середовище програмування . Структура програм реального часу. Паралельне програмування і багатозадачність. Вимоги до мов програмування реального часу</i>
6	<i>Лекція 6. Обробка переривань і виключень. Програмування операцій очікування . Внутрішні підпрограми операційної системи. Пріоритети процесів і продуктивність системи.</i>

5.2. Практичні заняття

<i>№ з/п</i>	<i>Назва практичного заняття</i>	<i>Кількість ауд. годин</i>
1	<i>Перевірка працездатності проекту системи реального часу.</i>	2
2	<i>Методика виміру часу виконання прикладної програми.</i>	2
3	<i>Часові характеристики програм у багатопріоритетних програмних системах.</i>	2
4	<i>Прогнозування часу виконання прикладної програми на мові C та ОС WIND</i>	2
5	<i>Методи виміру часу лінійних блоків прикладної програми</i>	2
6	<i>Метод прогнозування часу виконання програм за допомогою статистичних марківських моделей обчислювального процесу</i>	2
7	<i>Методи дослідження часових характеристик виконання комплексу задач СРЧ</i>	2

Практичні заняття виконуються згідно сформульованих викладачем завдань 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 Zoot, а також індивідуальні заходи з використанням сервісу Skype.

6. Самостійна робота аспіранта

Самостійна робота аспірантів складається з виконання індивідуальних завдань за тематикою, яка виноситься на практичні заняття, 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 аспірант має витратити кількість годин, яка потрібна для повного розкриття запропонованої тематики.

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.	10
4	Характеристики поширених ОСПЧ. 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.	14
5	Послідовне програмування та програмування задач у реальному часі. Паралельне програмування і багатозадачність. Вимоги до мов програмування реального часу.	10
6	Програмування операцій очікування. Внутрішні програми операційної системи реального часу. Прогнозування часу виконання прикладної програми на мові C та ОС WINDOWS.	10

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Аспірант має вивчати дисципліну протягом семестру, дотримуючись календарного плану вивчення тем лекційного матеріалу, виконання завдань на практичних видах робіт. Усі завдання аспірант має виконувати самостійно і вчасно.

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

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

8.1 Поточний контроль

Поточний контроль результатів навчання передбачає виконання аспірантами практичних робіт, опитування на лекціях.

Критерії оцінювання практичних робіт включають якість розробки програми, безпомилковість її виконання.

8.2 Семестровий контроль

Семестровий контроль результатів навчання проводиться у вигляді екзамену.

Рейтинг аспіранта з дисципліни складається з балів, що він отримує за:

- 1) практичні роботи,
- 2) опитування на лекціях;
- 3) здача екзамену.

Система рейтингових балів та критерії оцінювання

1. Практичні роботи

Ваговий бал – 42. Максимальна кількість балів за виконані роботи та правильні відповіді дорівнює $6 \text{ балів} \times 7 = 42 \text{ балів}$.

2. Поточні знання студента на етапі проведення лекцій

Ваговий бал – 18. Максимальна кількість балів за всі лекції дорівнює $3 \text{ бал} \times 6 = 18 \text{ балів}$.

Критерії оцінювання:

присутність на лекції – 1 бал

опитування на лекції – 2 бали

Штрафні та заохочувальні бали за:

- штрафні бали за запізнення виконання практичних робіт – $1 \text{ бал} \times 7 = 7 \text{ балів}$;
- заохочувальні бали за підготовку презентації за тематикою самостійних робіт – $2 \text{ бали} \times 6 = 12 \text{ балів}$.

3. Екзамен

Ваговий бал -40. Максимальна кількість балів – 40,

Критерії оцінювання відповідей на екзамені:

правильність відповіді на одне запитання – 10 балів

максимальна кількість балів за правильні відповіді дорівнює: $10 \text{ балів} \times 4 = 40 \text{ балів}$.

Розмір шкали рейтингу $R = 100$ балів.

Розмір теоретичних балів $R_S = 18$ балів.

Розмір практичних балів $R_C = 42$ балів.

Розмір шкали екзаменаційної роботи $R_E = 40$ балів.

Умови допуску до екзамену: стартовий рейтинг $R_C = 40$ балів.

Таблиця переведення рейтингової оцінки з навчальної дисципліни RD (згідно з Табл. 2).

Табл. 2

$RD = r_C + r_E + r_S$	Оцінка ECTS	Традиційна оцінка
95...100	Відмінно	Зараховано
85...94	Дуже добре	Зараховано
75...84	Добре	
65...74	Задовільно	Зараховано
60...64	Достатньо	
$R_C < 60$	Незадовільно	Не зараховано
$R_C \leq 40$ або не виконані інші умови допуску до екзамену	Не допущено	Не допущений

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено професор каф. СПіСКС, д.т.н., проф. Зайцев В.Г.

Ухвалено кафедрою СПіСКС (протокол № 11 від 12.06.2024)

Погоджено Методичною комісією факультету прикладної математики (протокол № 12 від 21.06.2024)