



# СИСТЕМИ РЕАЛЬНОГО ЧАСУ

## Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

### Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Другий (магістерський)</i>
Галузь знань	<i>12 Інформаційні технології</i>
Спеціальність	<i>123 Комп'ютерна Інженерія</i>
Освітня програма	<i>ОПП Системне програмування та спеціалізовані комп'ютерні системи</i>
Статус дисципліни	<i>Нормативна</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>5 курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>4 кредити, 120 годин</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>МКР, Залік</i>
Розклад занять	<i><a href="http://rozklad.kpi.ua/">http://rozklad.kpi.ua/</a></i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Доктор техн.. наук, проф. Зайцев В.Г., <a href="mailto:v_zaitsev@bigmir.net">v_zaitsev@bigmir.net</a></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 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*

*Формування зазначених компетентностей забезпечує досягнення наступних програмних результатів навчання:*

- 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 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 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 вивчення таких кредитних модулів:*

- *«Дослідження проектування вбудованих комп'ютерних систем» навчального ОКР «Магістр»*

### **3 Зміст навчальної дисципліни**

*Перелік основних тем, що входять до програми вивчення дисципліни “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 преривань*

*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 по дисципліні “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. Цыбаєв. – 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. Цыбаєв // 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. Цыбаєв // 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. Плахотний, Є.І. Цыбаєв // 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	<b>Лекція 1. Вступ.</b> 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	<b>Лекція 2.</b> Типи планувальників. .Витискаючі і невитискаючі алгоритми планування.
3	<b>Лекція 3.</b> Алгоритми планування, засновані на пріоритетах
4	<b>Лекція 4.</b> Засоби обміну інформацією між процесами. . Поштові скриньки Канали . Віддалений виклик процедур.
5	<b>Лекція 5.</b> Гарантії планування . Основні параметри завдань ( задач ) Статичне

	планування .
6	<b>Лекція 6.</b> Гарантії планування . Основні параметри завдань ( задач ) Необхідність у динамічному плануванні
7	<b>Лекція 7.</b> Загальні характеристики властивостей ОС РЧ
8	<b>Лекція 8.</b> Характеристики поширених ОСРЧ. Система CYORUS. Система LynxOS. Сист OS-9 Система рSOSystem .Система PTC. Система VRTX . Система VxWorks. Система Q Спеціалізовані ОС РЧ .
9	<b>Лекція 9.</b> Системи на основі Linux. Системи на основі Windows NT.
10	<b>Лекція 10.</b> Послідовне програмування та програмування задач у реальному часі Середовище програмування . Структура програм реального часу
11	<b>Лекція 11.</b> Паралельне програмування і багатозадачність. Вимоги до мов програмування реального часу
12	<b>Лекція 12.</b> Обробка переривань і виключень Програмування операцій очікування . Внутрішні підпрограми операційної системи
13	<b>Лекція 13.</b> Пріоритети процесів і продуктивність системи
14	<b>Лекція 14.</b> Методи визначення часу виконання програм .
15	<b>Лекція 15.</b> Прогнозування часу виконання прикладної програми на мові C та ОС WINDOWS
16	<b>Лекція 16.</b> . Методи виміру часу лінійних блоків прикладної програми
17	<b>Лекція 17.</b> Метод прогнозування часу виконання програм за допомогою статистичних марківських моделей обчислювального процесу
18	<b>Лекція 18.</b> Методи дослідження часових характеристик виконання комплексу задач СРЧ

### 5.2. Лабораторні роботи

№ з/п	Назва лабораторної роботи	Кількість ауд. годин
1	<b>Лаб. робота №1.</b> Перевірка працездатності проекту системи реального часу	6
2	<b>Лаб. робота №2</b> Методика виміру часу виконання прикладної програми	6
3	<b>Лаб. робота №3 .</b> Часові характеристики програм у багатопріоритетних програмних системах	6

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 Zoot, а також індивідуальні заходи з використанням сервісу Skype.

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

### **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 та задачі.

## **6. Самостійна робота студента**

Самостійна робота студентів складається з виконання індивідуальних завдань за тематикою, яка виноситься на лабораторні роботи та модульну контрольну 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
1	Основні поняття систем реального часу. Типи задач систем реального часу
2	Типи планувальників у система реального часу .Витискаючі і невитискаючі алгоритми планування
3	Засоби обміну інформацією між процесами. . Поштові скриньки Канали . Віддалений виклик процедур
4	Гарантії планування . Основні параметри завдань ( задач ) Статичне планування
5	Характеристики поширених ОСРЧ. Система CYORUS. Система LynxOS. Система OS-9 Система pSOSystem . Система PTC. Система VRTX . Система VxWorks. Система QNX Спеціалізовані ОС РЧ .
6	Системи на основі Linux Системи на основі Windows NT
7	Послідовне програмування та програмування задач у реальному часі
8	Паралельне програмування і багатозадачність. Вимоги до мов програмування



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

## 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. Несвоечасним вважається виконання завдання із затримкою більш ніж на 1 тиждень. За несвоечасну задачу 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, опитування на лекціях.*

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

#### 8.2 Календарний контроль

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

*На першій атестації студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше кількості балів, що становлять 50 % від максимальної кількості балів, яку може отримати студент до першої атестації.*

*На другій атестації студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше кількості балів, що становлять 60 % від максимальної кількості балів, яку може отримати студент до другої атестації.*

#### 8.3 Семестровий контроль

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

- 1) три лабораторні роботи,
- 2) одна модульна контрольна робота (МКР), що складається з 5-х запитань,
- 3) стан студента на лекціях;
- 4) участь студента на етапі підготовки та здачі заліку.

### **Система рейтингових балів та критерії оцінювання**

#### **1. Лабораторні роботи**

Ваговий бал – 45. Максимальна кількість балів за виконані роботи та правильні відповіді дорівнює  $15 \text{ балів} \times 3 = 45 \text{ балів}$ .

#### **2. Модульний контроль**

Ваговий бал – 30. Максимальна кількість балів за правильні відповіді дорівнює  $6 \text{ балів} \times 5 = 30 \text{ балів}$ .

#### **3. Поточний стан студента на етапі проведення лекцій**

Ваговий бал – 1. Максимальна кількість балів за всі лекції дорівнює  $1 \text{ бал} \times 18 = 18 \text{ балів}$ .

Критерії оцінювання:

присутність на лекції – 0,6 бала

уважність на лекції – 0,2 бала

робочий стан на лекції – 0, 2бали

#### **4. Активна участь студента на етапі підготовки до Заліку**

Ваговий бал – 2.

#### **Штрафні та заохочувальні бали за:**

- не робочий стан студента – 0,5 бала(максимальні штрафні бали  $0,5 \text{ бала} \times 18 = 9 \text{ балів}$ );
- заохочувальні бали: 2 балів;

#### **5. Залік**

Ваговий бал -25. Максимальна кількість балів заліку – 25,

Критерії оцінювання залікової роботи:

правильність відповіді на одне запитання – 5 балів заліку

максимальна кількість балів за правильні відповіді дорівнює :  $5 \text{ балів} \times 5 = 25 \text{ балів}$ .

**Розмір шкали рейтингу  $R = 100$  балів.**

**Розмір стартової шкали  $R_C = 50$  балів.**

**Розмір залікової роботи  $R_3 = 30$  балів.**

**Розмір заохочувальних балів  $R_S = 20$  балів.**



**Умови позитивної проміжної атестації**

**Умови допуску до заліку:** виконання МКР, а також стартовий рейтинг  $R_C = 50$  балів.

**Таблиця переведення рейтингової оцінки з навчальної дисципліни  $RD$**  (згідно з Табл. 1).

**Табл. 1**

$RD = r_C + r_E$	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
$R_C \leq 50$ або не виконані інші умови допуску до екзамену	Не допущено	Не допущений

**Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):**

**Складено** професор каф. СП та СКС, д.т.н., проф. Зайцев В.Г.

Ухвалено кафедрою СПСКС (протокол № 11 від 12.06.2024)

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

---

<sup>1</sup> Методичною радою університету – для загальноуніверситетських дисциплін.