

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА**

**Факультет радіофізики, електроніки та комп'ютерних систем  
Кафедра електрофізики**

**«ЗАТВЕРДЖУЮ»**

Заступник декана з навчальної роботи

\_\_\_\_\_ Наталія ГОРБОВЦОВА

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2023 року

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**Програмування вбудованих систем**

**Для студентів**

галузь знань                    **12 Інформаційні технології**  
спеціальність                **123 Комп'ютерна інженерія**  
рівень вищої освіти        **Перший (бакалаврський)**  
освітня програма          **Інженерія комп'ютерних систем і мереж**  
вид дисципліни            **вільного вибору студентів**

Форма навчання                    **денна**  
Навчальний рік                    **2023/2024**  
Семестр                                **8**  
Кількість кредитів ECTS        **4**  
Мова викладання, навчання  
та оцінювання                    **українська**  
Форма заключного контролю    **залік**

**Викладач:**

Коломієць Іван Сергійович, кандидат фізико-математичних наук, асистент кафедри електрофізики

Пролонговано: на 20\_\_/20\_\_ н.р. \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_) «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.  
на 20\_\_/20\_\_ н.р. \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_) «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**Розробник:**

**Коломієць Іван Сергійович**, кандидат фізико-математичних наук, асистент кафедри електрофізики

**"ЗАТВЕРДЖЕНО"**

Завідувач кафедри комп'ютерної інженерії

\_\_\_\_\_ **Юрій БОЙКО**

Протокол № \_\_\_\_ від « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2023 р.

Схвалено науково-методичною комісією факультету радіофізики, електроніки та комп'ютерних систем

Протокол № \_\_\_\_ від « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2023 р.

Голова науково-методичної комісії \_\_\_\_\_ **Сергій РАДЧЕНКО**

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2023 р.

## ВСТУП

Навчальна дисципліна «Програмування вбудованих систем» є складовою освітньої програми підготовки фахівців за освітнім рівнем «бакалавр» галузі знань «12 Інформаційні технології» зі спеціальності «123 Комп'ютерна інженерія» освітньої програми «Інженерія комп'ютерних систем і мереж»

Дана дисципліна входить у блок обов'язкових навчальних дисциплін (спеціальності «комп'ютерна інженерія»).

Викладається у 7 семестрі (4 року навчання) в обсязі 120 год. (4 кредити ECTS) зокрема: лекції – всього 30 год., практичних (лабораторних) занять – 30 год та самостійна робота 60 год. У курсі передбачено 2 змістовних модулі. Дисципліна завершується заліком.

**1. Метою і завданням** навчальної дисципліни «Програмування вбудованих систем» є отримання знань в області особливостей будови та функціонування вбудованих систем, та отримання практичних навичок, що лежать в основі програмування мікроконтролерів.

### **2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни:**

Навчальна дисципліна «Програмування вбудованих систем» базується на циклі дисциплін професійної та практичної підготовки, зокрема, «Програмування».

### **3. Анотація навчальної дисципліни:**

Інформаційно-керуючі і будовані системи сьогодні є поширеними в багатьох галузях техніки. Керуючі комп'ютерні системи використовуються в побутовій техніці (телевізорах, музичних центрах, холодильниках, пральних машинах, мікрохвильових печах), в автомобілях, в сучасних засобах зв'язку, в промисловості, у військовій і аерокосмічній техніці.

На початку вісімдесятих років двадцятого століття виникла тенденція до різкого збільшення капіталовкладень в ринок вбудованих систем. Це стосується як промислової і військової техніки (традиційних економічних ніш подібного роду систем), так і постійного розширення ринку інтелектуальної побутової техніки. Великий попит на керуючі системи викликав серйозний прогрес в технології виробництва напівпровідників.

На відміну від систем загального призначення, проектування різного роду керуючих систем накладає на розробників додаткову відповідальність. У розробці даного програмного забезпечення необхідно враховувати такі речі, як надійність, безпеку, реальне час, ремонтпридатність, довговічність і так далі. У переважній більшості випадків програмне забезпечення для вбудованих системи не можна розглядати у відриві від апаратного забезпечення, конструкції і особливостей оточення, необхідно розуміти, що проектується не частина системи, а система в цілому. Підходи, які використовуються сучасними програмістами при створенні великих програмних систем загального призначення в світі вбудованих систем, як правило, не працюють або працюють вкрай погано. Тому програмування вбудованих систем є важливим засобом для усвідомлення базових механізмів, що лежать в основі системного, інструментального та прикладного програмного забезпечення

### **4. Завдання (навчальні цілі):**

- 1) надати основні відомості курсу програмування вбудованих систем, які складають важливу частину інженерної підготовки студента-бакалавра за спеціальністю «Комп'ютерна інженерія».
- 2) узагальнити відомі поняття курсів «Дискретна математика», «Комп'ютерна схемотехніка», «Прикладна теорія цифрових автоматів», «Комп'ютерна логіка», «Методологія проектування відкритих комп'ютерних систем». простежити взаємозв'язок об'єктів досліджень; продемонструвати застосування теоретичних відомостей до розв'язання практичних задач;
- 3) застосування знань, умінь, навичок і комунікацій у професійній діяльності, розвиток логічного та аналітичного мислення студентів;

- 4) прищепити вміння розв'язувати прикладні задачі методами що розглядаються в курсі «Програмування вбудованих систем».
- 5) Дисципліна спрямована на формування програмних компетентностей:  
 ЗК3. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.  
 ФК2. Здатність використовувати сучасні методи і мови програмування для розроблення алгоритмічного та програмного забезпечення.  
 ФК4. Здатність забезпечувати захист інформації, що обробляється в комп'ютерних та кіберфізичних системах та мережах з метою реалізації встановленої політики інформаційної безпеки.  
 ФК5. Здатність використовувати засоби і системи автоматизації проектування до розроблення компонентів комп'ютерних систем та мереж, Інтернет додатків, кіберфізичних систем тощо.  
 ФК15. Здатність аргументувати вибір методів розв'язування спеціалізованих задач, критично оцінювати отримані результати, обґрунтовувати та захищати прийняті рішення.

### 5. Результати навчання за дисципліною:

Результат навчання (1, знати; 2, вміти; 3, комунікація; 4, автономність та відповідальність)		Форми (та/або методи і технології) викладання і навчання	Методи оцінювання та пороговий критерій оцінювання (за необхідності)	Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни
Код	Результат навчання			
<b>1</b>	студент повинен <b>знати</b> :	Лекційні заняття, лабораторні роботи	письмові модульні контрольні роботи, лабораторні заняття,, залік	до 50
1.1	Поняття вбудовані системи та сфери їх застосування	<i>лекція</i>	<i>залік</i>	5
1.2	Основи реалізації різноманітних механізмів реального часу	<i>лекція</i>	<i>лабораторні заняття,</i>	5
1.3	Будову та принципи роботи елементної бази ВОС	<i>лекція</i>	<i>залік</i>	5
1.4	Особливості будови та функціонування модульного принципу організації ВОС	<i>лекція</i>	<i>залік</i>	5
1.5	Принципи роботи мережевих інтерфейсів, що використовуються у ВОС. Застосування інтернету-речей	<i>лекція</i>	<i>залік</i>	5
1.6	Особливості налагодження роботи ВОС	<i>лекція</i>	<i>залік</i>	5
1.7	Принцип програмування ВОС для зменшення енергоспоживання	<i>лекція</i>	<i>залік</i>	5
1.8	Особливості сполучення ВОС з периферійними пристроями	<i>лекція</i>	<i>залік</i>	5
1.9	Врахування реальних умов при роботі з ВОС	<i>лекція</i>	<i>залік</i>	10
<b>2</b>	студент повинен <b>вміти</b> :	Лекційні заняття, лабораторні роботи	письмові модульні контрольні роботи, лабораторні роботи, залік	до 35
2.1	Програмно керувати портами (регiстрами) введення/виведення на прикладі тестової плати 13213-SRB, побудованої на базі мікросхеми MC13213	<i>Лабораторні заняття,</i>	<i>МКР</i>	7
2.2	Працювати з портами мікроконтролерів для підключення клавіатури (кнопок) та індикаторів (LED).	<i>Лабораторні заняття</i>	<i>МКР</i>	7
2.3	Працювати з переривань роботи процесора по таймеру та від кнопок.	<i>Лабораторні заняття</i>	<i>МКР</i>	7
2.4	Працювати з базовою структурою модулів таймерів мікроконтролерів та	<i>Лабораторні заняття</i>	<i>МКР</i>	7

	програмним керування роботою таймера в режимі вихідного порівняння (output compare).			
2.5	Зчитувати дані з акселерометра, що є частиною систем сучасних мікроконтролерів. Налаштування роботи інтернету-речей	<i>Лабораторні заняття</i>	<i>МКР</i>	7
<b>3</b>	<b>комунікація</b>	Лекційні заняття, лабораторні роботи	письмові модульні контрольні роботи, лабораторні роботи, залік	до 5
3.1	здатність грамотно будувати комунікації, виходячи з мети і ситуації спілкування	<i>лекція</i>	<i>МКР</i>	5
4	<b>автономність та відповідальність</b>	Лекційні заняття, лабораторні роботи	письмові модульні контрольні роботи, лабораторні роботи, залік	до 10
4.1	продемонструвати розуміння особистої/персональної відповідальності за професійні та/або управлінські рішення, які базуються на використанні отриманих знань та навичок	<i>лекція</i>	<i>МКР</i>	10

## 6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання

Результати навчання дисципліни (код)	Результати навчання дисципліни (код)															
	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	3.1	4.1
<b>Програмні результати навчання (назва)</b>																
ПРН3. Знати новітні технології в галузі комп'ютерної інженерії.			+	+	+					+	+	+	+	+		
ПРН6. Вміти застосовувати знання для ідентифікації, формулювання і розв'язування технічних задач спеціальності, використовуючи методи, що є найбільш придатними для досягнення поставлених цілей.									+	+	+					
ПРН10. Вміти розробляти програмне забезпечення для вбудованих і розподілених застосувань, мобільних і гібридних систем, розраховувати, експлуатувати типове для спеціальності обладнання.															+	+
ПРН13. Вміти ідентифікувати, класифікувати та описувати роботу комп'ютерних систем та їх компонентів.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ПРН18. Використовувати інформаційні технології та для ефективного спілкування на професійному та соціальному рівнях.													+	+	+	+
ПРН19. Здатність адаптуватись до нових ситуацій, обґрунтовувати, приймати та реалізовувати у межах компетенції рішення.								+	+	+	+	+				

## 7. Схема формування оцінки

**7.1. Форми оцінювання студентів:** рівень досягнення всіх запланованих результатів навчання визначається за результатами виконання письмових контрольних робіт і за результатами виконання лабораторних робіт. Вклад результатів навчання у підсумкову оцінку, за умови їх опанування на належному рівні і успішної здачі всіх лабораторних робіт наступний:

- результати навчання 1.1 – 1.0 [знання] до 50 %;
- результат навчання 2.1 – 2.5 [вміння] – до 35%;
- результат навчання 3.1 [комунікація] – до 5%;
- результат навчання 4.1 [автономність та відповідальність] – до 10%.

Форми оцінювання студентів:

- **семестрове оцінювання:** контроль здійснюється наступним чином. Навчальний семестр має два змістові модулі: у змістовий модуль 1 (ЗМ1) входять теми 1-4, у змістовий модуль 2 (ЗМ2) входять теми 5-9. Протягом першого модуля студенти виконують по 2 лабораторні роботи, протягом другого модуля по 3 лабораторні роботи. Для визначення рівня досягнення результатів навчання завдання в лабораторних роботах перевіряють уміння розв'язувати конкретні задачі програмування вбудованих систем, а модульна контрольна робота перевіряє знання матеріалу вивченого у першому змістовому модулі. Обов'язковим для допуску до заліку є успішна здача всіх 5-и лабораторних робіт, та написання модульної контрольної роботи.
- **підсумкове оцінювання (у формі заліку):** форма заліку – письмово-усна. Заліковий білет складається із 2 питань, кожне питання оцінюється від 0 до 20 балів. Всього за залік можна отримати від 0 до 40 балів. Умовою досягнення позитивної оцінки за дисципліну є отримання не менш ніж 60 балів, при цьому оцінка за результатами навчання 2 [вміння] і 4 [автономність та відповідальність] не може бути меншою ніж 50% від максимального рівня (15 і 5 балів відповідно), оцінка за залік не може бути меншою 24 балів.
- **умови допуску до заліку:** умовою допуску до заліку є отримання студентом сумарно не менше, аніж *критично-розрахунковий мінімум 36 балів* за семестр, та здача усіх лабораторних робіт. Студенти, які протягом семестру набрали сумарно меншу кількість балів, ніж критично-розрахунковий мінімум 36 балів, для одержання допуску до заліку обов'язково повинні перездати лабораторні роботи для отримання необхідної порогової кількості балів.

У випадку відсутності студента з поважних причин відпрацювання та перездачі лабораторних робіт здійснюються у відповідності до „Положення про порядок оцінювання знань студентів при кредитно-модульній системі організації навчального процесу” від 1 жовтня 2010 року.

**7.2. Організація оцінювання** (обов'язково зазначається порядок організації передбачених робочою навчальною програмою форм оцінювання із зазначенням орієнтованого графіку оцінювання):

Оцінювання за формами контролю:

	ЗМ1		ЗМ2	
	Min. – балів	Max. – балів	Min. – балів	Max. – балів
Лабораторна робота 1	6	10		
Лабораторна робота 2	6	10		
Модульна контрольна робота	6	10		
Лабораторна робота 3			6	10
Лабораторна робота 4			6	10
Лабораторна робота 5			6	10

*Орієнтований графік оцінювання:*

	<i>Орієнтовний період для здійснення відповідної форма оцінювання</i>
Модуль 1	Вересень-жовтень
Модуль 2	Листопад-грудень
Модульна контрольна робота	початок листопада
Добір балів/ перескладання лабораторних робіт	грудень
залік	друга половина грудня

*Розрахунок балів, які студент отримує при успішній здачі заліку:*

	Змістовий модуль 1	Змістовий модуль 2	залік	Підсумкова оцінка
<i>Мінімум</i>	<i>18</i>	<i>18</i>	<i>24</i>	<i>60</i>
<b>Максимум</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>40</b>	<b>100</b>

**7.3. Шкала відповідності оцінок**

Оцінка (за національною шкалою) / National grade	Рівень досягнень, % / Marks, %
<b>Зараховано / Passed</b>	60-100%
<b>Не зараховано / Fail</b>	0-59%

**8. Структура навчальної дисципліни. Тематичний план лекційних та лабораторних занять**

№ п/п	Назва теми	У тому числі			
		Лекції	Практичні заняття	Лабораторні заняття	Самостійна робота
<b>Змістовий модуль 1. Організація роботи вбудованих систем</b>					
1	Вбудовані системи	2	-	-	4
2	Механізми реального часу	4	-	-	5
3	Елементна база мікропроцесорної техніки для вбудованих застосувань	4	-	-	7
4	Модульний принцип організації процесора вбудованих обчислювальних систем	4	-	-	4
5	Організація роботи з PIO		-	7	7
6	Комунікація мікроконтролера із пристроями в синхронному режимі. Робота з кнопками та світловими індикаторами		-	7	4
	<b>Всього</b>	<b>14</b>		<b>14</b>	<b>31</b>
<b>Змістовий модуль 2. Особливості програмування вбудованих систем</b>					
7	Мережеві інтерфейси вбудованих систем	2	-	-	2
8	Налагодження по внутрішнім вбудованим системам	2	-	-	3
9	Програмування внутрішніх вбудованих систем з мікро енергоспоживанням	3	-	-	2
10	Основи сполучення МК з пристроями введення / виведення	3	-		2
11	Врахування реальних умов	4	-	-	2
12	Робота з перериваннями	-	-	4	7



13	Модуль таймер	-	-	5	7
14	Робота з акселерометром	-		5	6
	<b>Всього</b>	<b>14</b>	<b>-</b>	<b>14</b>	<b>31</b>

Загальний обсяг **120 год.**, в тому числі:

Лекцій – **28 год.**

Лабораторних робіт – **28 год**

Самостійна робота – **64 год.**

### **САМОСТІЙНА РОБОТА СТУДЕНТІВ**

Виконання лабораторних робіт, що має ряд індивідуальних завдань вимагає від студентів використовувати не лише знання отримані на лекціях, але і користуватись рекомендованою літературою.

### **РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА**

#### **Основні джерела:**

1. Lee E.A. , Seshia S.A. Introduction to Embedded Systems. A Cyber-Physical Systems Approach: MIT Press, 2017, 585 p.
2. White E. Making Embedded Systems: Design Patterns for Great Software: O'Reilly and Associates, 2011, 325p.
3. Barrett S.F., PACK D.J. Embedded Systems: PEARSON INDIA, 2008, 355p.
4. MC13211/212/213, ZigBee™- Compliant Platform - 2.4 GHz Low Power Transceiver for the IEEE® 802.15.4 Standard plus Microcontroller  
(<https://www.nxp.com/docs/en/data-sheet/MC1321x.pdf>).

#### **Додаткові джерела:**

5. MC1321x Evaluation Kit (EVK) Reference Manual  
(<https://www.nxp.com/docs/en/reference-manual/MC1321xEVKRM.pdf>).
6. ±1.5g - 6g Three Axis Low-g Micromachined Accelerometer  
(<https://www.sparkfun.com/datasheets/Accelerometers/MMA7260Q-Rev1.pdf>).
7. MC13211/212/213 ZigBee™- Compliant Platform 2.4 GHz Low Power Transceiver for the IEEE® 802.15.4 Standard plus Microcontroller Reference Manual  
(<https://www.nxp.com/docs/en/reference-manual/MC1321xRM.pdf>).
8. MC1321x Accelerometer Demonstration Program Quick Start Guide  
(<https://www.nxp.com/docs/en/application-note/AN3230.pdf>).