

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Кафедра комп'ютерних систем, мереж та кібербезпеки

ЗАТВЕРДЖУЮ

Декан факультету

_____ Ігор БОЛБОТ

"__" _____ 2026 р.

СХВАЛЕНО

на засіданні кафедри

комп'ютерних систем, мереж та

кібербезпеки

Протокол №__ від "__" _____ 2026 р.

Завідувач кафедри

_____ Дмитро КАСАТКІН

РОЗГЛЯНУТО

Гарант ОП «Комп'ютерні системи захисту інформації»

_____ Лахно Валерій Анатолійович

**РОБОЧА ПРОГРАМА
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

ТЕХНОЛОГІЇ ПРОГРАМУВАННЯ ВБУДОВАНИХ СИСТЕМ

Галузь знань Е Інформаційні технології

Спеціальність Е7 Комп'ютерна інженерія

Освітня програма Комп'ютерні системи захисту інформації

Факультет Інформаційних технологій

Розробник: Максим МІСЮРА, к.т.н., доцент кафедри комп'ютерних систем, мереж та кібербезпеки

Київ - 2026 р.

Опис навчальної дисципліни

Дисципліна "Технології програмування вбудованих систем" має на меті підготовку висококваліфікованих спеціалістів, які вміють аналізувати, проєктувати та моделювати сучасні вбудовані мікропроцесорні та мікроконтролерні системи та мережі. Курс охоплює область застосування вбудованих систем, центральні процесорні пристрої та периферію вбудованих систем, а також давачі та виконавчі пристрої, що використовуються у цих системах. Також вивчаються пристрої відображення інформації у вбудованих системах, склад, основні характеристики, структура, організація пам'яті, програмна модель, способи адресації операндів та характеристика команд AVR-мікроконтролерів. Дисципліна розглядає основні модулі вбудованих систем, такі як паралельні та послідовні інтерфейси, підсистема переривань, аналоговий компаратор, таймери, аналого-цифровий та цифро-аналоговий перетворювачі. Значна увага приділяється мережам у вбудованих системах, включаючи 1-WIRE, CAN, I2C, SPI, LIN, RS-485 та RS-232. Крім того, курс передбачає моделювання у відповідних програмних засобах типових пристроїв та мереж вбудованих систем. Ця навчальна дисципліна забезпечує формування інтегральних, загальних та фахових компетентностей, зокрема здатність розробляти алгоритмічне та програмне забезпечення, компоненти комп'ютерних систем та мереж, а також застосовувати сучасні методи і мови програмування

Галузь знань, спеціальність, освітня програма, освітній ступінь

Освітній ступінь	Другого (магістерського) ОП
Галузь знань	F Інформаційні технології
Спеціальність	F7 Комп'ютерна інженерія
Освітня програма	Комп'ютерні системи захисту інформації
Факультет/ННІ	Інформаційних технологій

Характеристика навчальної дисципліни

Вид	Обов'язкова
Загальна кількість годин	120
Кількість кредитів ECTS	4
Кількість змістових модулів	2
Курсовий проєкт (робота) (за наявності)	Є
Форма контролю	Екзамен

Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм здобуття вищої освіти (повний термін навчання)

	Форма здобуття вищої освіти	
	денна	заочна
Курс (рік підготовки)	1	-
Семестр	1	-
Лекційні заняття	30 год.	-
Лабораторні роботи	30 год.	-
Практичні, семінарські заняття	-	-
Самостійна робота	60 год.	-
Кількість тижневих аудиторних годин для денної форми здобуття вищої освіти	—	-
Форма контролю	Екзамен	-

Мета, компетентності та програмні результати навчальної дисципліни

Мета: Метою викладання дисципліни "Технології програмування вбудованих систем" є підготовка висококваліфікованих спеціалістів, які вміють аналізувати, проєктувати та моделювати сучасні вбудовані мікропроцесорні та мікроконтролерні системи та мережі; область застосування вбудованих систем; центральні процесорні пристрої та периферія вбудованих систем; давачі та виконавчі пристрої, які використовуються у вбудованих системах; пристрої відображення інформації у вбудованих системах; склад, основні характеристики, структура, організація пам'яті, програмна модель, способи адресації операндів та характеристика команд AVR-мікроконтролерів; основні модулі вбудованих систем: паралельні та послідовні інтерфейси; підсистема переривань; аналоговий компаратор; таймери; аналого-цифровий та цифро-аналоговий перетворювачі; мережі у вбудованих системах: 1-WIRE, CAN, I2C, SPI, LIN, RS-485 та RS-232; моделювання у відповідних програмних засобах типових пристроїв та мереж вбудованих систем.

Перелік навчальних дисциплін, які передують вивченню «Технології програмування вбудованих систем» (за їх наявності)

Набуття компетентностей

ЗК2 — Здатність до абстрактного мислення, аналізу і синтезу.

ЗК3 — Здатність проводити дослідження на відповідному рівні.

ЗК4 — Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК5 — Здатність генерувати нові ідеї (креативність).

ЗК6 — Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми.

ЗК7 — Здатність приймати обґрунтовані рішення.

СК1 — Здатність до визначення технічних характеристик, конструктивних особливостей, застосування і експлуатації програмних, програмно-технічних засобів, комп'ютерних систем та мереж різного призначення.

СК2 — Здатність розробляти алгоритмічне та програмне забезпечення, компоненти комп'ютерних систем та мереж, Інтернет додатків, кіберфізичних систем з використанням сучасних методів і мов програмування, а також засобів і систем автоматизації проектування.

СК4 — Здатність будувати та досліджувати моделі комп'ютерних систем та мереж.

СК5 — Здатність будувати архітектуру та створювати системне і прикладне програмне забезпечення комп'ютерних систем та мереж.

СК6 — Здатність використовувати та впроваджувати нові технології, включаючи технології розумних, мобільних, зелених і безпечних обчислень, брати участь в модернізації та реконструкції комп'ютерних систем та мереж, різноманітних вбудованих і розподілених додатків, зокрема з метою підвищення їх ефективності.

СК8 — Здатність забезпечувати якість продуктів і сервісів інформаційних технологій на протязі їх життєвого циклу.

СК11 — Здатність обирати ефективні методи розв'язування складних задач комп'ютерної інженерії, критично оцінювати отримані результати та аргументувати прийняті рішення.

СК12 — Здатність досліджувати, розробляти і супроводжувати методи та засоби кібербезпеки для комп'ютерних систем та мереж у різних галузях, зокрема АПК.

Програмні результати навчання

ПРН1 — Застосовувати загальні підходи пізнання, методи математики, природничих та інженерних наук до розв'язання складних задач комп'ютерної інженерії.

ПРН2 — Знаходити необхідні дані, аналізувати та оцінювати їх.

ПРН4 — Застосовувати спеціалізовані концептуальні знання, що включають сучасні наукові здобутки у сфері комп'ютерної інженерії, необхідні для професійної діяльності, оригінального мислення та проведення досліджень, критичного осмислення проблем інформаційних технологій та на межі галузей знань.

ПРН5 — Розробляти і реалізовувати проекти у сфері комп'ютерної інженерії та дотичні до неї міждисциплінарні проекти з урахуванням інженерних, соціальних, економічних, правових та інших аспектів.

ПРН7 — Вирішувати задачі аналізу та синтезу комп'ютерних систем та мереж.

ПРН8 — Застосовувати знання технічних характеристик, конструктивних особливостей, призначення і правил експлуатації програмно-технічних засобів комп'ютерних систем та мереж для вирішення складних задач комп'ютерної інженерії та дотичних проблем.

ПРН9 — Розробляти програмне забезпечення для вбудованих і розподілених застосувань, мобільних і гібридних систем.

ПРН10 — Здійснювати пошук інформації в різних джерелах для розв'язання задач комп'ютерної інженерії, аналізувати та оцінювати цю інформацію.

ПРН11 — Приймати ефективні рішення з питань розроблення, впровадження та експлуатації комп'ютерних систем і мереж, аналізувати альтернативи, оцінювати ризики та імовірні наслідки рішень.

ПРН13 — Зрозуміло і недвозначно доносити власні знання, висновки та аргументацію з питань інформаційних технологій і дотичних міжгалузевих питань до фахівців і нефахівців, зокрема до осіб, які навчаються.

ПРН14 — Досліджувати, розробляти і супроводжувати системи та засоби кібербезпеки для комп'ютерних систем та мереж у різних галузях та об'єктах інформаційної діяльності, зокрема АПК.

Програма та структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин (денна форма)						Кількість годин (заочна форма)					
	л	лаб	сем	п	с.р.	усього	л	лаб	сем	п	с.р.	усього
Модуль 1. Роль і місце вбудованих систем												
Тема 1. Роль і місце вбудованих систем.	1	-	-	-	1	2	-	-	-	-	-	-
Тема 2. Основні властивості вбудованих систем.	2	-	-	-	2	4	-	-	-	-	-	-
Тема 3. 32-х розрядна архітектура ARM.	2	-	-	-	1	3	-	-	-	-	-	-
Тема 4. Програмування AVR-мікроконтролерів.	2	6	-	-	2	10	-	-	-	-	-	-

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин (денна форма)						Кількість годин (заочна форма)					
	л	лаб	сем	п	с.р.	усього	л	лаб	сем	п	с.р.	усього
Тема 5. Особливості будови STM32 процесорів.	2	-	-	-	2	4	-	-	-	-	-	-
Тема 6. STM32F4 Discovery.	2	-	-	-	2	4	-	-	-	-	-	-
Тема 7. Периферійні модулі AVR-мікроконтролерів.	1	6	-	-	2	9	-	-	-	-	-	-
Тема 8. Середовище розробки COIDE.	2	-	-	-	1	3	-	-	-	-	-	-
Тема 9. Програмне забезпечення для запису програми на мікроконтролер.	2	-	-	-	2	4	-	-	-	-	-	-
Разом за модулем 1	16	12	0	0	15	43	-	-	-	-	-	-
Модуль 2. Створення проекту в середовищі розробки												
Тема 1. Створення проекту в середовищі розробки.	2	4	-	-	3	9	-	-	-	-	-	-
Тема 2. Переривання та використання таймерів.	2	2	-	-	3	7	-	-	-	-	-	-
Тема 3. Інтегроване середовище розробки програм AVR Studio.	2	-	-	-	3	5	-	-	-	-	-	-
Тема 4. Програмування у середовищі AVR Studio.	4	8	-	-	3	15	-	-	-	-	-	-
Тема 5. Програмування у середовищі PonyProg2000. Програмування у середовищі AVRDUDE та SinaProg.	4	4	-	-	3	11	-	-	-	-	-	-
Разом за модулем 2	14	18	0	0	15	47	-	-	-	-	-	-
Курсовий проект (робота)	-	-	-	-	30	30	-	-	-	-	-	-
Усього годин	30	30	0	0	60	120	-	-	-	-	-	-

Теми лекцій

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Тема 1. Роль і місце вбудованих систем.	1
2	Тема 2. Основні властивості вбудованих систем.	2
3	Тема 3. 32-х розрядна архітектура ARM.	2
4	Тема 4. Програмування AVR-мікроконтролерів.	2
5	Тема 5. Особливості будови STM32 процесорів.	2
6	Тема 6. STM32F4 Discovery.	2

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
7	Тема 7. Периферійні модулі AVR-мікроконтролерів.	1
8	Тема 8. Середовище розробки COIDE.	2
9	Тема 9. Програмне забезпечення для запису програми на мікроконтролер.	2
10	Тема 10. Створення проєкту в середовищі розробки.	2
11	Тема 11. Переривання та використання таймерів.	2
12	Тема 12. Інтегроване середовище розробки програм AVR Studio.	2
13	Тема 13. Програмування у середовищі AVR Studio.	4
14	Тема 14. Програмування у середовищі PonyProg2000. Програмування у середовищі AVRDUDE та SinaProg.	4
Всього годин		30

Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Конфігураційні комірки.	2
2	Організація пам'яті програм і даних.	4
3	Моделювання пристрою керування LCD-дисплеєм.	2
4	Моделювання модуля ЦАП	2
5	Моделювання мережі RS-485 та RS-232	2
6	Програмування по послідовному каналу.	4
7	Моделювання годинника реального часу.	2
8	Управління процесом програмування FLASH-пам'яті.	4
9	Управління процесом програмування EEPROM-пам'яті.	4
10	Паралельне програмування	4
Всього годин		30

Теми самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Роль і місце вбудованих систем.	1
2	Основні властивості вбудованих систем.	2
3	32-х розрядна архітектура ARM.	1
4	Програмування AVR-мікроконтролерів.	2

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
5	Особливості будови STM32 процесорів.	2
6	STM32F4 Discovery.	2
7	Периферійні модулі AVR-мікроконтролерів.	2
8	Середовище розробки COIDE.	1
9	Програмне забезпечення для запису програми на мікроконтролер.	2
10	Створення проєкту в середовищі розробки.	3
11	Переривання та використання таймерів.	3
12	Інтегроване середовище розробки програм AVR Studio.	3
13	Програмування у середовищі AVR Studio.	3
14	Програмування у середовищі PonyProg2000. Програмування у середовищі AVRDUDE та SinaProg.	3
Всього годин		30

Методи навчання

Методи та засоби діагностики результатів навчання:

- Захист лабораторних робіт
- Екзамен

Методи навчання:

- Кейс-метод
- Метод проєктного навчання

Оцінювання результатів навчання

Оцінювання знань здобувача вищої освіти відбувається за 100-бальною шкалою і переводиться в національну оцінку згідно чинного «Положення про екзамени та заліки у НУБіП України»

Розподіл балів за видами навчальної діяльності

Тема	Результати навчання	Оціночні бали
Модуль 1. Роль і місце вбудованих систем		
Лабораторна робота. Конфігураційні комірки	Програмні результати навчання: ПРН 1, ПРН 2, ПРН 4, ПРН 8, ПРН 10. Знання: - Теоретичні основи, класифікація та архітектурні особливості сучасних вбудованих систем; - 32-х розрядна архітектура ARM та особливості будови процесорів сімейства STM32; - Склад, структура, організація пам'яті та периферійні модулі AVR-мікроконтролерів; - Пристрої відображення інформації (LCD), аналогова периферія (ЦАП/АЦП) та послідовні інтерфейси. Вміння: - Аналізувати та оцінювати апаратні компоненти мікроконтролерних систем; - Налаштовувати конфігураційні комірки (Fuse bits) та організовувати пам'ять програм і даних мікроконтролерів; - Моделювати у спеціалізованому програмному забезпеченні пристрої керування LCD-дисплеями та модулі ЦАП; - Проєктувати й моделювати інтерфейси передачі даних у мережах RS-485 та RS-232.	20
Лабораторна робота. Організація пам'яті програм і даних		20
Лабораторна робота. Моделювання пристрою керування LCD-дисплеєм		20
Лабораторна робота. Моделювання модуля ЦАП		20
Лабораторна робота. Моделювання мережі RS-485 та RS-232		20
Всього за модулем 1		100

Тема	Результати навчання	Оціночні бали
Модуль 2. Створення проекту в середовищі розробки		
Лабораторна робота. Програмування по послідовному каналу.	Програмні результати навчання: ПРН 5, ПРН 7, ПРН 9, ПРН 11, ПРН 13, ПРН 14. Знання: - Принципи побудови та функціонування підсистеми переривань і апаратних таймерів; - Інтегроване середовище розробки програм AVR Studio та середовище COIDE; - Програмне забезпечення та алгоритми для запису програмного коду на мікроконтролер (PonyProg2000, AVRDUDE, SinaProg). Вміння: - Створювати, конфігурувати та відлагоджувати проекти у сучасних інтегрованих середовищах розробки; - Програмувати алгоритми обробки переривань та ефективно використовувати таймери для моделювання годинників реального часу; - Розробляти програмне забезпечення для вбудованих застосунків та здійснювати управління процесом програмування FLASH- і EEPROM-пам'яті; - Застосовувати технології послідовного та паралельного програмування для прошивки мікроконтролерів із дотриманням вимог безпеки.	20
Лабораторна робота. Моделювання годинника реального часу.		20
Лабораторна робота. Управління процесом програмування FLASH-пам'яті.		20
Лабораторна робота. Управління процесом програмування EEPROM-пам'яті.		20
Лабораторна робота. Паралельне програмування		20
Всього за модулем 2		100
Навчальна робота (разом за семестр)		70
Підсумковий екзамен		30
Разом за курс		100

Шкала оцінювання знань здобувача вищої освіти

Рейтинг здобувача вищої освіти, бали	Оцінка за національною системою (екзамен/залік)
90-100	відмінно
74-89	добре
60-73	задовільно
0-59	незадовільно

Політика оцінювання

Політика щодо дедлайнів та перескладання:	Лабораторні, самостійні та модульні роботи необхідно здавати у заплановані терміни. Роботи, які здаються із порушенням термінів без поважних причин, оцінюються на нижчу оцінку. Перескладання модульних робіт допускається за дозволом лектора за наявності поважних причин (наприклад, лікарняного) у строки, визначені навчальним планом і кафедрою.
Політика щодо академічної доброчесності:	Списування, використання сторонніх матеріалів і несанкціонованих пристроїв під час виконання контрольних робіт, заліку або екзамену заборонено (зокрема з використанням мобільних пристроїв).
Політика щодо відвідування:	Відвідування занять є обов'язковим. За об'єктивних причин (наприклад, хвороба, міжнародне стажування) навчання може відбуватися індивідуально (в онлайн-формі за погодженням із деканом факультету). Пропуски відпрацьовуються згідно з індивідуальним графіком і правилами кафедри, факультету та університету.

Навчально-методичне забезпечення

-електронний навчальний курс навчальної дисципліни (на навчальному порталі НУБіП України eLearn - <https://elearn.nubip.edu.ua/course/view.php?id=1664>);

Рекомендовані джерела інформації

1. Проектування мікропроцесорних систем: Проектування мікропроцесорних систем на базі AVR-мікроконтролерів: Периферійні модулі AVR-мікроконтролерів: Навчальний посібник для студентів напряму підготовки 6.050201 «Системна інженерія» кафедри Автоматики та управління у технічних системах / Укл.: А.О. Новацький – К: НТУУ „КПІ”, 2012. – 470 с. : іл.
2. Навчальний посібник з дисципліни «Проектування мікропроцесорних систем», розділ «Програмування мікроконтролерів родини AVR» для студентів напряму підготовки 6.050201 «Системна інженерія» кафедри Автоматики та управління у

технічних системах / Укл.: А.О. Новацький, Є.В. Глушко – К: НТУУ „КПІ”, 2013. – 109 с. : іл.

3. Мікропроцесорні та мікроконтролерні системи : підручник. У 2 ч. Ч. 1. Мікропроцесорні системи [Електронний ресурс] / А. О. Новацький. – Електронні текстові дані (1 файл: 43,8 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2019. – 367 с. : іл.
4. Мікропроцесорні та мікроконтролерні системи: Ч.2 «Проектування мікропроцесорних систем» [Електронний ресурс] : підручник для студ. освітньої програми «Інтегровані інформаційні системи» за спеціальністю 126 «Інформаційні системи та технології» / А.О. Новацький : КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 20,3 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 460 с.
5. ARM Limited. Cortex-M3 technical reference manual, 2006.
6. STMicroelectronics. Reference manual. STM32F101xx, STM32F102xx, STM32F103xx, advanced Arm®-based 32-bit MCUs, March 2017. RM0008.
7. Tinkercad : 3D-проектування, електроніка та кодування [Електронний ресурс] / Autodesk, Inc. — Режим доступу: <https://www.tinkercad.com/> (дата звернення: 22.05.2026). — Назва з екрана.
8. Wokwi : Онлайн-симулятор мікроконтролерів Arduino, ESP32 та STM32 [Електронний ресурс] / Wokwi IoT Simulator. — Режим доступу: <https://wokwi.com/> (дата звернення: 22.05.2026). — Назва з екрана.
9. Програмування мікроконтролерів AVR : [навчальний посібник] / С. М. Цирульник, О. Д. Азаров, Л. В. Крупельницький, Т. І. Трояновська. – Вінниця : ВНТУ, 2018. – 111 с.
0. Проектування вбудованих систем: Лабораторний практикум [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. освітньої програми «Інтегровані інформаційні системи» спеціальності 126 «Інформаційні системи та технології» / А.О. Новацький, В.М. Шимкович; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 40,85 Кбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 463 с.
1. Проектування мікропроцесорних систем : навчальний посібник / С. М. Цирульник, Г. Л. Лисенко. – Вінниця : ВНТУ, 2012. – 191 с.
2. Мікропроцесорні системи управління: навч. посіб./ В.О.Денисюк, С.М.Цирульник; Вінн. нац. аграр. ун-т. Вінниця: ТВОРИ, 2021. 204 с.
3. Блум Дж. Вивчаємо Arduino. Інструменти та методи технічного чарівництва / Дж. Блум ; пер. з англ. — Київ : МК-Прес, 2020. — 352 с.
4. Банці М., Шилох М. Arduino для початківців. 3-тє вид. / М. Банці, М. Шилох ; пер. з англ. — Київ : Видавнича група ВНУ, 2018. — 240 с.
5. Бондаренко М. О., Шматков Д. І. Мікропроцесорна техніка : навч. посіб. — Харків : ХНУРЕ, 2021. — 292 с.

6. Кравець В. Г., Кузьменко В. М. Мікроконтролери та їх застосування в автоматизованих системах : навч. посіб. — Київ : НУБіП України, 2020. — 276 с.
7. Blum J. Exploring Arduino: Tools and Techniques for Engineering Wizardry. 2nd ed. — Indianapolis : Wiley, 2019. — 384 p.
8. Monk S. Programming Arduino: Getting Started with Sketches. 3rd ed. — New York : McGraw-Hill Education, 2020. — 192 p.
9. Yiu J. The Definitive Guide to ARM Cortex-M3 and Cortex-M4 Processors. 3rd ed. — Oxford : Newnes, 2014. — 832 p.
10. Barrett S. F., Pack D. J. Embedded Systems: Design and Applications with the ARM Cortex-M Microcontrollers. — Upper Saddle River : Pearson, 2016. — 936 p.
11. STMicroelectronics. Programming manual: Stm32f10xxx/ 20xxx/ 21xxx/ 11xxxx cortex-m3 programming manual, March 2011. PM0056.
12. STMicroelectronics. STM32F103x8. STM32F103xB. Medium-density performance line ARM®-based 32-bit MCU with 64 or 128 KB Flash, USB, CAN, 7 timers, 2 ADCs, 9 com. Interfaces. March 2017.
13. STMicroelectronics. Reference manual. STM32F101xx, STM32F102xx, STM32F103xx, advanced Arm®-based 32-bit MCUs, March 2017. RM0008.
14. ARM Limited. Cortex-M3 technical reference manual, 2006.