

ЗАТВЕРДЖУЮ

Декан факультету інформаційних технологій

Тетяна ГОВОРУЩЕНКО

Підпис Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

2025 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Програмування мікроконтролерних систем

Назва дисципліни

Призначення Робочої програми

Для освітніх програм різних спеціальностей

Рівень вищої освіти

Перший (бакалаврський)

Мова навчання

Українська

Обсяг дисципліни, кредитів ЄКТС

8

Статус дисципліни

Вибіркова

Факультет

Інформаційних технологій

Кафедра

Комп'ютерної інженерії та інформаційних систем

Форма здобуття освіти	Обсяг дисципліни		Кількість годин						Форма семестрового контролю
			Аудиторні заняття					Самостійна робота (в т.ч. ІРС)	Залік
	Кредити ЄКТС	Години	Разом	Лекції	Лабораторні роботи	Практичні заняття	Семінарські заняття		
Д	8	240	96	32	32	32		144	+

Робоча програма складена на основі освітніх програм підготовки бакалавра та стандарту вищої освіти спеціальності.

Робоча програма складена

Підпис

ст.викладач Дмитро ДЕНИСЮК

Науковий ступінь, вчене звання, Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Схвалена на засіданні кафедри

комп'ютерної інженерії та інформаційних систем

Назва

Протокол від 18.08.2025 № 1.

Зав. кафедри комп'ютерної інженерії та інформаційних систем

Назва

Підпис

Ольга ПАВЛОВА

Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

3. Пояснювальна записка

Дисципліна «Програмування мікроконтролерних систем» належить до вибіркових дисциплін професійної підготовки та сприяє поглибленню фахових умінь у галузі розроблення апаратно-програмних рішень на основі мікроконтролерів. Вивчення курсу забезпечує формування практичних навичок програмування та налагодження мікроконтролерних систем, роботи з периферійними пристроями, інтерфейсами обміну даними та середовищами розробки. Опанування дисципліни підвищує готовність до подальшої спеціалізації у сфері вбудованих і робототехнічних систем, розвиває технічне мислення, вміння працювати з технічною документацією, а також сприяє формуванню soft skills — комунікацій, командної взаємодії, відповідальності та лідерських якостей.

Мета дисципліни. Формування у здобувачів вищої освіти теоретичних знань і практичних навичок щодо методів, засобів і технологій програмування мікроконтролерних систем; розвиток здатності проектувати, реалізовувати та налагоджувати апаратно-програмні комплекси на основі сучасних мікроконтролерів; оволодіння принципами побудови вбудованих систем, інтеграції периферійних пристроїв, обміну даними та управління процесами у реальному часі відповідно до вимог сучасних інженерних і науково-технічних проєктів.

Предмет дисципліни. Застосування засобів мов програмування C, C++ та середовища Arduino IDE для розроблення, налагодження та тестування програмного забезпечення мікроконтролерних систем на прикладі платформ сімейства AVR.

Завдання дисципліни. Формування практичних навичок розроблення програмного забезпечення для мікроконтролерних систем із використанням мов програмування C, C++ та середовища Arduino IDE; засвоєння основ роботи з портами вводу-виводу, периферійними пристроями, інтерфейсами обміну даними (UART, I²C, SPI); ознайомлення з процесами налагодження, симуляції та тестування в середовищах Proteus VSM, Geany, Code Blocks; розвиток інженерного мислення, здатності працювати в команді, приймати технічні рішення та використовувати сучасні засоби розроблення вбудованих систем.

Результати навчання. Після вивчення дисципліни студент повинен: знати архітектуру, принципи роботи та основні компоненти мікроконтролерних систем; володіти мовами програмування C та C++, середовищами Arduino IDE, Geany, Code Blocks, а також інструментами налагодження і симуляції в Proteus VSM; розуміти принципи роботи портів вводу-виводу, периферійних пристроїв та інтерфейсів UART, I²C, SPI; вміти проєктувати, реалізовувати та тестувати прикладні мікроконтролерні системи, обґрунтовувати вибір технічних рішень, оптимізувати програмний код під обмежені ресурси контролера; поєднувати теоретичні знання з практикою, аргументовано захищати власні розробки, проявляти ініціативність, здатність до самостійного навчання, ефективної комунікації, командної роботи та прийняття відповідальних інженерних рішень.

4. Структура залікових кредитів дисципліни

Назва розділу (теми)	Кількість годин, відведених на:			
	лекції	лабораторні	практичні	СРС
Тема 1. Вступ до мікроконтролерних	4	4	4	18
Тема 2. Архітектура та програмування	4	4	4	18
Тема 3. Середовище розробки та інструменти програмування	4	4	4	18
Тема 4. Програмування у середовищі Arduino IDE	4	4	4	18
Тема 5. Інтерфейси обміну даними та підключення периферії	4	4	4	18
Тема 6. Переривання, таймери та керування процесами у реальному часі	4	4	4	18
Тема 7. Моделювання та симуляція мікроконтролерних систем	4	4	4	18
Тема 8. Прикладні розробки та інтеграція зовнішніх елементів	4	4	4	18
Разом за семестр:	32	32	32	144

5. Програма навчальної дисципліни

5.1 Зміст лекційного курсу

Номер лекції	Перелік тем лекцій, їх анотації	Кількість годин
1	Лекція №1. Основні положення стосовно мікроконтролерів, їх будова та область застосування Літ.: [1- 17]	2
2	Лекція №2. Мікроконтролери сімейства AVR Літ.: [1- 17]	2
3	Лекція №3. Пристрої для програмування мікроконтролерів Літ.: [1- 17]	2
4	Лекція №4. Засоби для розробки програм та програмування мікроконтролерів Літ.: [1- 17]	2
5	Лекція №5. Програмування AVR мікроконтролерів на Асемблері Літ.: [1- 17]	2
6	Лекція №6. Програмування AVR мікроконтролерів на Сі Літ.: [1- 17]	2
7	Лекція №7. Середовище Arduino IDE Літ.: [1- 17]	2
8	Лекція №8. Особливості мови у середовище Arduino IDE та типи даних Літ.: [1- 17]	2
9	Лекція №9. Цифрове введення/виведення та функції часу у середовище Arduino IDE Літ.: [1- 17]	2
10	Лекція №10. Асинхронний послідовний обмін даними у середовище Arduino IDE Літ.: [1- 17]	2
11	Лекція №11. Дводротовий послідовний інтерфейс TWI (I2C) Літ.: [1- 17]	2
12	Лекція №12. Дводротовий послідовний інтерфейс 1-Wire Літ.: [1- 17]	2
13	Лекція №13. Переривання у середовище Arduino IDE Літ.: [1- 17]	2
14	Лекція №14. Використання Proteus VSM для інтерактивної симуляції Літ.: [1- 17]	2
15	Лекція №15. Налаштування Geany і Code Block IDE для програмування AVR мікроконтролерів Літ.: [1- 17]	2
16	Лекція №16. Зовнішні елементи для розширення можливостей мікроконтролера (індикація, кнопки, датчики, тощо) Літ.: [1- 17]	2
	Разом за семестр:	32

5.2 Зміст практичних занять

№ п/п	Тема практичного заняття	Кількість годин
1	Практична робота №1. Вивчення властивостей мікроконтролерів AVR. Літ.: [1- 17]	4
2	Практична робота №2. Вивчення роботи портів мікроконтролера AVR для виводу. Літ.: [1- 17]	4
3	Практична робота №3. Програмування мікроконтролера AVR для виводу. Літ.: [1- 17]	4
4	Практична робота №4. Вивчення роботи портів вводу-виводу мікроконтролера AVR. Літ.: [1- 17]	4
5	Практична робота №5. Дослідження роботи сервоприводу та фоторезистора. Літ.: [1- 17]	4
6	Практична робота №6. Вивчення роботи послідовного порту мікроконтролера AVR. Літ.: [1- 17]	4
7	Практична робота №7. Вивчення роботи індикатора з семи сегментів. Літ.: [1- 17]	4
8	Практична робота №8. Вивчення роботи безпроводного зв'язку — модуль Bluetooth HC-05. Літ.: [1- 17]	4
Разом за семестр		32

5.3 Зміст лабораторних занять

№ п/п	Тема лабораторного заняття	Кількість годин
1	Лабораторна робота №1. Властивості мікроконтролерів AVR. Вивчення вмісту fuse-регістрів, налаштування мікроконтролера на джерело та частоту тактових імпульсів, робота від внутрішнього RC генератора. Літ.: [1- 17]	4
2	Лабораторна робота №2. Створення мікроконтролерної системи для вивчення роботи портів мікроконтролера AVR для виводу. Літ.: [1- 17]	4
3	Лабораторна робота №3. Створення мікроконтролерної системи для програмування мікроконтролера AVR з використанням мови середовища Arduino IDE. Літ.: [1- 17]	4
4	Лабораторна робота №4. Створення мікроконтролерної системи для вивчення роботи портів вводу-виводу мікроконтролера AVR. Керування світлодіодами через порти вводу-виводу. Літ.: [1- 17]	4
5	Лабораторна робота №5. Створення мікроконтролерної системи для дослідження роботи сервоприводу та фоторезистора. Керування сервоприводом відповідно до зміни сигналу з фоторезистора. Літ.: [1- 17]	4
6	Лабораторна робота №6. Створення мікроконтролерної системи для вивчення роботи послідовного порту мікроконтролера. Керування передачею даних через UART. Літ.: [1- 17]	4
7	Лабораторна робота №7. Створення мікроконтролерної системи для вивчення роботи індикатора з семи сегментів. Виведення числової інформації на 7-сегментний індикатор. Літ.: [1- 17]	4
8	Лабораторна робота №8. Створення мікроконтролерної системи для вивчення роботи безпроводного зв'язку (модуль Bluetooth HC-05). Керування мікроконтролером через Bluetooth із мобільного пристрою. Літ.: [1- 17]	4
Разом:		32

5.3 Зміст самостійної (у т.ч. індивідуальної) роботи здобувача вищої освіти

Самостійна робота студентів денної форми навчання полягає у систематичному опрацюванні програмного матеріалу, підготовці до виконання практичних і захисту лабораторних робіт, тестування з теоретичного матеріалу, тощо. До послуг студентів сторінка кафедри у Модульному середовищі для навчання, де розміщені Робоча програма дисципліни та необхідні матеріали з її навчально-методичного забезпечення та контролю результатів навчання.

Номер тижня	Вид самостійної роботи	Кількість годин
1-2	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до ЛР1 та ПЗ1. Підготовка до захисту ЛР1.	18
3-4	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до ЛР2 та ПЗ2. Підготовка до захисту ЛР2.	18
5-6	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до ЛР3 та ПЗ3. Підготовка до захисту ЛР3.	18
7-8	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до ЛР4 та ПЗ4. Підготовка до захисту ЛР4.	18
9-10	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до ЛР5 та ПЗ5. Підготовка до захисту ЛР5.	18
11-12	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до ЛР6 та ПЗ6. Підготовка до захисту ЛР6.	18
13-14	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до ЛР7 та ПЗ7. Підготовка до захисту ЛР7.	18
15-16	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до ЛР8 та ПЗ8. Підготовка до захисту ЛР8.	18
	Разом 1-й семестр:	144

Примітки: ЛР – лабораторна робота, ПЗ– практичне заняття.

На самостійне опрацювання студентів виносяться визначені у методичних рекомендаціях до практичних занять та самостійної роботи з відповідних тем.

6. Технології та методи навчання

Процес навчання з дисципліни ґрунтується на використанні традиційних та сучасних технологій та методів навчання, зокрема: лекції (з використанням методів візуалізації, проблемного й інтерактивного навчання, мотиваційних прийомів, інформаційно-комунікаційних технологій); практичні заняття (з використанням інструктування, демонстрування, розв'язування типових і прикладних задач, аналізу кейсів, ситуаційних завдань, елементів дискусії тощо); самостійна робота (опрацювання теоретичного матеріалу, підготовка до виконання практичних робіт, поточного та підсумкового контролю, виконання індивідуальних та домашніх завдань), з використанням інформаційно-комп'ютерних технологій та технологій дистанційного навчання.

лекції: з використанням мультимедійних презентацій, методів візуалізації, пояснення, проблемного й інтерактивного навчання, методів стимулювання і мотивації, інформаційно-комунікаційних технологій, інтенсифікації та індивідуалізації навчання, тощо

практичні заняття: бесіда, інструктування, демонстрування, спостереження, з використанням кейсів, розв'язування ситуаційних завдань, презентацій, тренінгових вправ, дискусій, ділових ігор, мозковий штурм

лабораторні заняття: з використанням методів комп'ютерного моделювання, методів проєктної діяльності, тренінгових вправ, аналіз проблемних ситуацій, пояснення, дискусія тощо

7. Методи контролю

Поточний контроль здійснюється під час аудиторних практичних та лабораторних занять, а також у дні проведення контрольних заходів, встановлених робочою програмою і графіком освітнього процесу, в т.ч. з використанням Модульного середовища для навчання. При цьому використовуються такі методи поточного контролю:

– оцінювання результатів роботи на практичних заняттях (опитування теоретичного матеріалу, розв'язування задач, участь у обговоренні ситуацій);

– тестовий контроль засвоєння теоретичного та практичного матеріалу з теми;

– оцінювання результатів захисту лабораторних робіт;

- усне опитування перед допуском до лабораторного заняття;

- оцінювання результатів захисту лабораторних робіт;

Підсумкова семестрова оцінка виставляється за результатами поточного контролю. Здобувач вищої освіти, який набрав з будь-якого виду навчальної роботи, суму балів нижчу за 60 відсотків від максимального балу, вважається таким, який *має* академічну заборгованість. Ліквідація академічної заборгованості із семестрового контролю здійснюється у період екзаменаційної сесії або за графіком, встановленим деканатом відповідно до «Положення про контроль і оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти у ХНУ».

8. Політика дисципліни

Політика навчальної дисципліни визначається системою вимог до здобувача вищої освіти, що встановлені чинними положеннями Хмельницького національного університету щодо організації та навчально-методичного забезпечення освітнього процесу. Відвідування лекційних, лабораторних і практичних занять є обов'язковим. Здобувачі вищої освіти мають дотримуватись правил техніки безпеки, пройти відповідний інструктаж та виконувати вимоги викладача під час роботи з електронними приладами й лабораторним обладнанням.

За об'єктивних причин (підтверджених документально) теоретичне навчання може проводитись у дистанційному (онлайн) форматі за погодженням із викладачем.

Успішне опанування дисципліни «Програмування мікроконтролерних систем» передбачає:

- систематичну підготовку до лабораторних і практичних занять (опрацювання теоретичного матеріалу, підготовку протоколів, виконання завдань попереднього контролю);
- активну участь у роботі на заняттях, у дискусіях та при обґрунтуванні технічних рішень;
- своєчасне виконання усіх видів навчальної діяльності, передбачених робочою програмою.

Здобувачі вищої освіти зобов'язані виконувати лабораторні та практичні роботи у встановлені терміни. Термін захисту лабораторної (практичної) роботи вважається своєчасним, якщо студент захистив її на наступному після виконання занятті. Пропущене лабораторне або практичне заняття студент повинен відпрацювати у встановлений викладачем термін, але не пізніше ніж за два тижні до завершення теоретичних занять у семестрі. Засвоєння

теоретичного матеріалу перевіряється під час усного опитування на практичних і лабораторних заняттях, а також за результатами тестового контролю у середовищі MOODLE.

Оцінювання знань здійснюється відповідно до критеріїв, визначених робочою програмою:

- захист лабораторних робіт (8 оцінок);
- захист практичних робіт (8 оцінок);
- результати тестового контролю (2 оцінки);
- участь у підсумковому контрольному заході (залік).

Здобувач вищої освіти має дотримуватися принципів академічної доброчесності: забороняються будь-які форми плагіату, списування, використання мобільних пристроїв чи несанкціонованих матеріалів під час виконання робіт.

У разі порушення політики доброчесності студент отримує незадовільну оцінку та зобов'язаний повторно виконати відповідне завдання.

У межах дисципліни допускається визнання результатів неформальної освіти — наприклад, проходження курсів на платформах Arduino.cc, KPI MOOC, Coursera, які сприяють формуванню професійних компетентностей з програмування мікроконтролерів, моделювання електронних схем або використання середовища Proteus. Визнання таких результатів відбувається згідно з Положенням ХНУ про порядок зарахування результатів неформальної освіти.

9. Оцінювання результатів навчання студентів у семестрі

Оцінювання академічних досягнень здобувача вищої освіти здійснюється відповідно до «Положення про контроль і оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти у ХНУ». При поточному оцінюванні виконаної здобувачем роботи з кожної структурної одиниці і отриманих ним результатів викладач виставляє йому певну кількість балів із встановлених Робочою програмою для цього виду роботи. При цьому кожна структурна одиниця навчальної роботи може бути зарахована, якщо здобувач набрав не менше 60 відсотків (мінімальний рівень для позитивної оцінки) від максимально можливої суми балів, призначеної структурній одиниці.

При оцінюванні результатів навчання здобувачів вищої освіти з будь-якого виду навчальної роботи (структурної одиниці) рекомендується використовувати наведені нижче узагальнені критерії:

Таблиця – Критерії оцінювання навчальних досягнень здобувача вищої освіти

Оцінка та рівень досягнення здобувачем запланованих ПРН та сформованих компетентностей	Узагальнений зміст критерія оцінювання
Відмінно (високий)	Здобувач вищої освіти глибоко і у повному обсязі опанував зміст навчального матеріалу, легко в ньому орієнтується і вміло використовує понятійний апарат; уміє пов'язувати теорію з практикою, вирішувати практичні завдання, впевнено висловлювати і обґрунтовувати свої судження. Відмінна оцінка передбачає логічний виклад відповіді мовою викладання (в усній або у письмовій формі), демонструє якісне оформлення роботи і володіння спеціальними приладами та інструментами, прикладними програмами. Здобувач не вагається при видозміні запитання, вміє робити детальні та узагальнюючі висновки, демонструє практичні навички з вирішення фахових завдань. При відповіді допустив дві–три несуттєві <i>похибки</i> .
Добре (середній)	Здобувач вищої освіти виявив повне засвоєння навчального матеріалу, володіє понятійним апаратом, орієнтується у вивченому матеріалі; свідомо використовує теоретичні знання для вирішення практичних задач; виклад відповіді грамотний, але у змісті і формі відповіді можуть мати місце окремі неточності, нечіткі формулювання правил, закономірностей тощо. Відповідь здобувача вищої освіти будується на основі самостійного мислення. Здобувач вищої освіти у відповіді допустив дві–три <i>несуттєві помилки</i> .
Задовільно (достатній)	Здобувач вищої освіти виявив знання основного програмного матеріалу в обсязі, необхідному для подальшого навчання та практичної діяльності за професією, справляється з виконанням практичних завдань, передбачених програмою. Як правило, відповідь здобувача вищої освіти будується на рівні репродуктивного мислення, здобувач вищої освіти має слабкі знання структури навчальної дисципліни, допускає неточності і <i>суттєві помилки</i> у відповіді, вагається при відповіді на видозмінене запитання. Разом з тим, набув навичок, необхідних для виконання нескладних практичних завдань, які відповідають мінімальним критеріям оцінювання і володіє знаннями, що дозволяють йому під керівництвом викладача усунути неточності у відповіді.
Незадовільно (недостатній)	Здобувач вищої освіти виявив розрізнені, безсистемні знання, не вміє виділяти головне і другорядне, допускається помилок у визначенні понять, перекручує їх зміст, хаотично і невпевнено викладає матеріал, не може використовувати знання при вирішенні практичних завдань. Як правило, оцінка «незадовільно» виставляється здобувачеві вищої освіти, який не може продовжити навчання без додаткової роботи з вивчення навчальної дисципліни.

Структурування дисципліни за видами навчальної роботи і оцінювання результатів навчання студентів денної форми здобуття освіти у семестрі

Аудиторна робота												Контрольні заходи	Семестровий контроль	
Лабораторні заняття №:								Практичні заняття				Тестовий контроль	Залік	
1*	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	Т 1-2		
Кількість балів за кожний вид навчальної роботи (мінімум-максимум)														
5-8	5-8	5-8	5-8	5-8	5-8	5-8	5-8	3-4	3-4	3-4	3-4	5–10		За рейтингом
40–64								12–16				10–20		60-100**

Примітки: *За набрану з будь-якого виду навчальної роботи з дисципліни кількість балів, нижче встановленого мінімуму, здобувач отримує незадовільну оцінку і має її перездати у встановлений викладачем (деканом) термін. Інституційна оцінка встановлюється відповідно до таблиці «Співвідношення інституційної шкали оцінювання і шкали оцінювання ЄКТС».

Оцінювання результатів захисту лабораторних робіт

Лабораторні роботи є ключовим елементом дисципліни, оскільки забезпечують практичне закріплення теоретичних знань з програмування, моделювання та симуляції робототехнічних систем.

При оцінюванні враховуються такі критерії:

- самостійність і правильність виконання роботи;
- повнота та обґрунтованість відповіді під час захисту;
- рівень володіння інструментами Proteus, Webots, Processing IDE або іншими середовищами моделювання;
- здатність пояснити алгоритм роботи мікроконтролерної системи, структуру схеми чи коду;
- якість оформлення звіту (наявність схеми, коду, пояснень, результатів симуляції, висновків);
- дотримання термінів виконання та подання звіту.

Кожна лабораторна робота оцінюється в межах від 5 до 8 балів, а загальна кількість балів за всі лабораторні роботи — від 40 до 64 балів.

У разі, якщо здобувач продемонстрував рівень знань нижчий ніж 60% від максимальної кількості балів, лабораторна робота вважається незарахованою. Студент зобов'язаний повторно опрацювати матеріал, усунути помилки та повторно захистити роботу у встановлений викладачем термін.

Оцінювання на практичних заняттях

Оцінка за практичні заняття з дисципліни «Програмування робототехнічних систем» виставляється з урахуванням таких елементів: перевірка знання теоретичного матеріалу з теми у формі короткого опитування; умінь аргументовано пояснювати вибір методів програмування, алгоритмів та технічних засобів під час розв'язування практичних завдань; здатність аналізувати результати роботи програми або моделі; активна участь у дискусіях, обговореннях та виконанні командних завдань.

Результати практичних занять оцінюються в межах від 3 до 4 балів за кожне заняття залежно від рівня підготовки, точності виконання завдання та обґрунтованості технічних рішень.

Загальна кількість балів за всі практичні заняття становить від 12 до 16 балів.

Оцінювання результатів тестового контролю

Протягом семестру проводяться два тестування, спрямовані на перевірку засвоєння теоретичних знань з програмування мікроконтролерних систем, принципів побудови та функціонування робототехнічних комплексів. Кожен тест містить 20 завдань однакової складності, що охоплюють основні теми лекцій, лабораторних і практичних занять. Залежно від кількості правильних відповідей студент може отримати від 5 до 10 балів за тест. Загальний результат тестового контролю за семестр становить від 10 до 20 балів.

Розподіл балів в залежності від наданих правильних відповідей на тестові завдання

Кількість правильних відповідей	0-11	12-13	14	15-16	17	18-20
Відсоток правильних відповідей	0-59	60-65	66-72	73-82	83-89	90-100
Кількість отриманих балів	0	6	7	8	9	10

На тестування відводиться 25 хвилин. Студент проходить тестування в он-лайн режимі у Модульному середовищі для навчання. Також, студент може проходити тестування письмово, записуючи правильні відповіді у талоні відповідей. При отриманні негативної оцінки тест слід перездати до терміну наступного контролю. Підсумкова семестрова оцінка за інституційною шкалою і шкалою ЄКТС визначається в автоматизованому режимі після внесення викладачем результатів оцінювання у балах з усіх видів навчальної роботи до електронного журналу. Співвідношення інституційної шкали оцінювання і шкали оцінювання ЄКТС наведені нижче у таблиці «Співвідношення». Семестровий залік виставляється на останньому занятті за умови якщо загальна сума балів, яку накопичив здобувач з дисципліни (іншого освітнього компонента) за результатами поточного контролю, знаходиться у межах від 60 до 100 балів. При цьому за інституційною шкалою ставиться оцінка «зараховано», а за шкалою ЄКТС – буквене позначення оцінки, що відповідає набраній студентом сумі балів відповідно до таблиці Співвідношення. Присутність здобувача у цьому випадку не є обов'язковою.

Таблиця – Співвідношення інституційної шкали оцінювання і шкали оцінювання ЄКТС

Оцінка ЄКТС	Рейтингова шкала балів	Інституційна оцінка (рівень досягнення здобувачем вищої освіти запланованих результатів навчання з навчальної дисципліни)	
		Залік	Іспит/диференційований залік
A	90-100	Зараховано	Відмінно/Excellent – високий рівень досягнення запланованих результатів навчання з навчальної дисципліни, що свідчить про безумовну готовність здобувача до подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом
B	83-89		Добре/Good – середній (максимально достатній) рівень досягнення запланованих результатів навчання з навчальної дисципліни та готовності до подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом
C	73-82		
D	66-72		
E	60-65		Задовільно/Satisfactory – Наявні мінімально достатні для подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом результати навчання з навчальної дисципліни
FX	40-59	Незараховано	Незадовільно/Fail – Низка запланованих результатів навчання з навчальної дисципліни відсутня. Рівень набутих результатів навчання є недостатнім для подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом
F	0-39		Незадовільно/Fail – Результати навчання відсутні

10. Питання для самоконтролю результатів навчання

- 1 Яка кількість основних інформаційних шин входить в системну магістраль мікропроцесорної системи ?
- 2 Для чого застосовується мультиплексування шин ?
- 3 Як називається пристрій, що відповідає за виконання арифметичних, логічних і операцій управління, записаних в машинному коді ?
- 4 ADDR bus розшифровується як?
- 5 При шинній структурі зв'язків сигнали між пристроями передаються:
- 6 Мікропроцесорний пристрій - це...?
- 7 Архітектура ЕОМ - це ... ?
- 8 Як називається шина, в якій передача даних може виконуватися в обох напрямках?
- 9 У чому полягає призначення зовнішньої пам'яті комп'ютера?
- 10 Для того, щоб інформація зберігалася довгий час її, потрібно записати
- 11 Зовнішня пам'ять - це?
- 12 Назвіть правильні характеристики зовнішньої пам'яті :
- 13 Яка з приведених операцій не вимагає проведення циклу обміну інформацією?
- 14 Який тип обміну забезпечує більш високу швидкість передачі інформації?
- 15 Яка структура шин адреси і даних забезпечує більшу швидкодію?
- 16 Перехід в який режим обміну максимально простий?
- 17 Для чого призначені регістри процесора?
- 18 Що таке порт?
- 19 Для чого служить регістр ознак?
- 20 Який принцип роботи стекової пам'яті?
- 21 Яка функція конвеєра?
- 22 У якій пам'яті зберігається вміст регістра ознак при перериванні?
- 23 Виберіть вірне твердження
- 24 Що таке операнд?
- 25 Який регістр визначає адресу поточної виконуваної команди?
- 26 Яке розділення функцій між внутрішніми регістрами процесора?
- 27 Що таке виконавча адреса?
- 28 До якої групи команд відносяться команди роботи із стеком?
- 29 До якої групи відносяться команди зсуву кодів?
- 30 Які команди зазвичай не міняють прапорці PSW?
- 31 До якої групи відноситься команда "Виключне АБО"
- 32 До якої групи команд відноситься команда декремента?
- 33 Яка команда використовується для повернення з програмного переривання?
- 34 За яких умов тригер переповнення таймера/лічильника генерує запит на переривання мікроконтролера?
- 35 Яка типова розрядність таймера/лічильника у складі мікроконтролера?
- 36 Що називається "Вектором переривання" мікроконтролера?
- 37 Яка основна перевага сегментації пам'яті?
- 38 Який режим обміну забезпечує найбільшу швидкість передачі інформації?
- 39 Яка архітектура забезпечує більш високу швидкодію?
- 40 Який режим обміну використовується найчастіше?

- 41 Який сенс вкладається в термін "архітектура" ПК?
- 42 По якій з системних шин передаються коди команд?
- 43 Який принцип лежить в основі динамічної пам'яті?
- 44 На якому принципі заснована робота статичної пам'яті?
- 45 На пам'яті якого типа організована кеш-пам'ять?
- 46 На пам'яті якого типа організовано системне ОЗП?
- 47 До якого адресного простору можна звернутися, використовуючи вісім ліній адресної шини?
- 48 Який тип обміну даними найбільш небажаний для роботи швидких пристроїв введення/виведення?
- 49 Для чого використовується вектор переривання?
- 50 Який з режимів обміну дозволяє виконувати операції в обхід процесора?
- 51 Поясніть значення абревіатури IRQ I.
- 52 Що означає поняття "32-розрядний процесор"?
- 53 Завдяки якій процедурі в осередках DRAM підтримується постійний рівень заряду?
- 54 Яка технологія дозволяє пам'яті DDR SDRAM працювати швидше за SDRAM?
- 55 Режим переривання використовують коли
- 56 Пріоритетне переривання полягає в тому, що
- 57 Векторне переривання полягає в тому, що
- 58 Для зменшення втрат часу при обміні масивами даних доцільно застосувати:
- 59 Під адресним простором розуміють
- 60 Якщо адреса мікропроцесорної системи формується у вигляді 16- розрядного слова, то адресний простір дорівнює:
- 61 Якщо адреса мікропроцесорної системи формується у вигляді 20- розрядного слова, то адресний простір дорівнює:
- 62 Суть «Гарвардської архітектури» полягає в тому
- 63 Що запам'ятовує кеш-пам'ять
- 64 Яку інформацію містить стек
- 65 Що запам'ятовує flash-пам'ять
- 66 Що показує сигнал READY
- 67 Що показує сигнал INTR
- 68 Що показує сигнал HOLD
- 69 Що показує сигнал HLDA
- 70 У чому основне призначення режиму Protected Mode?
- 71 Як організована багатозадачність?
- 72 Від чого залежить продуктивність системи
- 73 Який компонент системи забезпечує початковий старт комп'ютера ?
- 74 Яка шина використовується тільки для відеоадаптера?
- 75 Яка з шин представлена на материнській платі не більше ніж одним роз'ємом?
- 76 Контролер жорсткого диска називають...
- 77 Контролер дисководу називають...
- 78 Порт принтера інакше називають ... порт
- 79 Послідовний порт інакше називають ... порт
- 80 Прямая адресація передбачає, що
- 81 Прямая регістрова адресація передбачає, що
- 82 Безпосередня адресація передбачає, що
- 83 Непряма адресація передбачає, що
- 84 Відносна адресація передбачає, що
- 85 Яка пам'ять втрачає дані при відключенні живлення?
- 86 Яка основна функція системного таймера в мікроконтролері?
- 87 Для чого використовується стек у програмуванні мікроконтролерів?
- 88 Яке призначення має системний годинник (System Clock)?
- 89 Що таке переривання (Interrupt) у мікроконтролерній системі?
- 90 Які типи переривань підтримуються в мікроконтролерах AVR?
- 91 У чому полягає відмінність між маскованими та немаскованими перериваннями?
- 92 Яке призначення має регістр стану (Status Register, SREG) у мікроконтролері?
- 93 Яке призначення має вказівник стека (Stack Pointer)?
- 94 Яка різниця між Flash-пам'яттю та EEPROM у мікроконтролерах?
- 95 Що таке «bootloader» у системах на базі Arduino?
- 96 Які основні етапи компіляції програми для мікроконтролера?
- 97 Що таке прошивка (Firmware) мікроконтролера?
- 98 Які існують типи портів введення/виведення у мікроконтролерах AVR?
- 99 Для чого використовується інтерфейс SPI?
- 100 Для чого використовується інтерфейс UART?

11. Навчально-методичне забезпечення

Навчальний процес з дисципліни «Програмування мікроконтролерних систем» повністю і в достатній кількості забезпечений необхідною навчально-методичною літературою.

12. Матеріально-технічне та програмне забезпечення дисципліни (за потреби)

Матеріально-технічне забезпечення:

Для проведення занять з дисципліни «Програмування мікроконтролерних систем» використовуються персональні комп'ютери, мультимедійний проектор, навчальні стенди з мікроконтролерами сімейства AVR (Atmega328, Atmega16, ATtiny тощо), навчальні плати Arduino UNO / Nano / Mega, макетні плати (breadboard), датчики, кнопки, резистори, світлодіоди, індикатори, модулі зв'язку (Bluetooth HC-05, I2C, SPI, UART), сервоприводи, блоки живлення та інше допоміжне лабораторне обладнання.

Програмне забезпечення:

1. Arduino IDE – основне середовище для розроблення, компіляції та завантаження програм у мікроконтролери;
2. Proteus VSM – для моделювання електронних схем і віртуального тестування програмного забезпечення;
3. AVR Studio / Microchip Studio – для створення, компіляції та налагодження програм на мовах C та Assembler;
4. Geany, Code::Blocks – альтернативні середовища розроблення програмного коду;
5. MOODLE – для дистанційного навчання, тестування та контролю знань студентів;
6. Microsoft Office / LibreOffice – для оформлення звітів з лабораторних робіт і підготовки презентацій;
7. Інтернет-доступ – для отримання навчальних матеріалів, оновлення бібліотек Arduino, пошуку технічної документації та прикладів коду.

Використовуване програмне забезпечення є ліцензійним або належить до відкритого програмного забезпечення (Open Source).

13. Рекомендована література:

Основна література:

1. Dean, A. G. Embedded Systems Fundamentals with Arm Cortex-M based Microcontrollers: A Practical Approach (Nucleo-F091RC Edition) : [англ.] / A. G. Dean. — 2nd ed. — Raleigh : ARM Education Media, 2021. — 384 p.
2. Amos, B. Hands-On RTOS with Microcontrollers: Building Real-Time Embedded Systems using FreeRTOS, STM32 MCUs, and SEGGER debug tools : [англ.] / B. Amos. — Birmingham : Packt Publishing, 2023. — 472 p.
3. Wang, K. C. Embedded and Real-Time Operating Systems : [англ.] / K. C. Wang. — Cham : Springer Nature, 2023. — 663 p. — DOI: 10.1007/978-3-031-28701-5.
4. Boxall, J. AVR Workshop: A Hands-On Introduction with 60 Projects : [англ.] / J. Boxall. — San Francisco : No Starch Press, 2022. — 420 p. — ISBN 978-1-71850-290-4.
5. Barrett, S. F. Arduino Microcontroller: Processing for Everyone! : [англ.] / S. F. Barrett. — 4th ed. — Morgan & Claypool, 2021. — 336 p.

Додаткова література:

6. Marwedel, P. Embedded System Design: Embedded Systems Foundations of Cyber-Physical Systems, and the Internet of Things : [англ.] / P. Marwedel. — 4th ed. — Cham : Springer Nature, 2021. — 515 p. — DOI: 10.1007/978-3-030-60910-8.
7. Barrett, S. F. Microchip AVR® Microcontroller Primer: Programming and Interfacing : [англ.] / S. F. Barrett, D. J. Pack. — 3rd ed. — Cham : Springer, 2020. — 470 p.
8. Tollervey, N. H. Programming with MicroPython: Embedded Programming with Microcontrollers and Python : [англ.] / N. H. Tollervey. — O'Reilly Media, 2020. — 212 p.
9. Cady, F. M. Software and Hardware Engineering: Assembly and C Programming for the Freescale HCS12 Microcontroller : [англ.] / F. M. Cady. — Oxford University Press, 2020. — 512 p.
10. Лисенко, С. М. Програмування робототехнічних систем на основі Lego Mindstorms: навч. посібник : [укр.] / С. М. Лисенко, А. О. Нічепорук, К. Ю. Бобровнікова. — Хмельницький : ХНУ, 2020. — 242 с.
11. Гришук, Ю. С. Мікроконтролери: Архітектура, програмування та застосування в електромеханіці : навч. посіб. : [укр.] / Ю. С. Гришук. — Харків : НТУ «ХПІ», 2019. — 384 с.
12. Zeller, A. Towards a Cross-Domain Software Safety Assurance Process for Embedded Systems : [англ.] / A. Zeller, K. Hoefig, M. Rothfelder. — 2021. — Режим доступу: <https://arxiv.org/abs/2106.02140>.
13. Mishra, R. Survey of Control-Flow Integrity Techniques for Embedded and Real-Time Embedded Systems : [англ.] / R. Mishra, T. Chantem, R. M. Gerdes. — 2021. — Режим доступу: <https://arxiv.org/abs/2111.11390>.
14. Banerjee, S. Power-Based Side-Channel Attack for AES Key Extraction on the ATmega328 Microcontroller : [англ.] / S. Banerjee, B. Ho, R. Koppula. — 2022. — Режим доступу: <https://arxiv.org/abs/2203.08220>.
15. Arduino Official Website : [англ.]. — Режим доступу: <https://www.arduino.cc/>.
16. Microchip Developer Help : [англ.]. — Режим доступу: <https://developer.microchip.com/>.
17. Better Embedded System SW Blog / Phil Koopman : [англ.]. — Режим доступу: <https://betterembsw.blogspot.com/>.
18. Модульне навчальне середовище ХНУ (Moodle) : [укр.]. — Режим доступу: <https://msn.khnu.km.ua/>.
19. Електронна бібліотека Хмельницького національного університету : [укр.]. — Режим доступу: <http://lib.khnu.km.ua/>.
20. ДСТУ 2399-94. Системи обробки інформації. Логічні пристрої, схеми, сигнали. Терміни та визначення : [укр.].
21. ДСТУ 3609-97. Контролери програмовані. Терміни та визначення : [укр.].
22. ДСТУ 2533-94. Системи обробки інформації. Арифметичні та логічні операції. Терміни та визначення : [укр.].
23. Гришук, Ю. С. Мікропроцесорні пристрої: навчальний посібник : [укр.] / Ю. С. Гришук. — Харків : НТУ «ХПІ», 2005. — 280 с. — Режим доступу: <http://web.kpi.kharkov.ua/ea/wp-content/uploads/sites/25/2013/04/Mikroprotsesorni-pristroyi.pdf>.
24. Шликов, В. В. Мікропроцесорна техніка: Практикум : навч. посіб. : [укр.] / В. В. Шликов. — Київ : КПІ ім.

14. Інформаційні ресурси

1. Модульне середовище для навчання. URL : <https://msn.khmnu.edu.ua/course/view.php?id=7451>
2. Електронна бібліотека ХНУ. URL: <http://library.khmnu.edu.ua/>
3. Інституційний репозитарій ХНУ. URL : <https://elar.khmnu.edu.ua/home>

ПРОГРАМУВАННЯ МІКРОКОНТРОЛЕРНИХ СИСТЕМ

Тип дисципліни	Вибіркова
Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Мова викладання	Українська
Семестр	—
Кількість призначених кредитів ЄКТС	8,0
Форми здобуття освіти, для яких викладається дисципліна	Очна (денна)

Результати навчання. Після вивчення дисципліни студент повинен: знати архітектуру, принципи роботи та основні компоненти мікроконтролерних систем сімейства AVR, зокрема призначення портів вводу-виводу, таймерів, переривань та інтерфейсів обміну даними; володіти мовами програмування C/C++ та середовищами розробки (Arduino IDE, Geany, Code Blocks) для створення програмного забезпечення мікроконтролерів; вміти застосовувати набуті знання для проєктування, реалізації та налагодження функціональних мікроконтролерних систем; обґрунтовувати вибір елементної бази, інструментів розробки та алгоритмів рішення; поєднувати теоретичні знання з практикою програмування, вирішувати прикладні завдання в умовах обмежених апаратних ресурсів; демонструвати уміння працювати з технічною документацією, проводити симуляцію роботи систем, оцінювати результати та аргументовано захищати технічні рішення; проявляти ініціативність, здатність до самостійного навчання, комунікації, роботи в команді та прийняття відповідальних інженерних рішень.

Зміст навчальної дисципліни. Архітектура та принципи роботи мікроконтролерних систем сімейства AVR. Програмування мікроконтролерів на мовах Асемблера та C/C++. Середовища розробки та інструменти програмування: Arduino IDE, Geany, Code Blocks. Особливості мови програмування у середовищі Arduino IDE та типи даних. Організація цифрового та аналогового введення/виведення. Робота з таймерами, перериваннями та функціями часу. Інтерфейси обміну даними: асинхронний послідовний інтерфейс (UART), дводотовий послідовний інтерфейс (I2C/TWI), інтерфейс 1-Wire. Підключення та керування периферійними пристроями: кнопки, світлодіоди, різноманітні датчики, сервоприводи, символічні та семисегментні індикатори, модулі бездротового зв'язку (Bluetooth). Методи моделювання та інтерактивної симуляції мікроконтролерних систем у середовищі Proteus VSM. Розробка, налагодження та тестування прикладних мікроконтролерних систем.

Запланована навчальна діяльність Мінімальний обсяг навчальних занять в одному кредиті ЄКТС навчальної дисципліни для першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за денною формою здобуття освіти становить 30 годин на 1 кредит ЄКТС, з яких 8-10 годин - аудиторні заняття, решта - самостійна робота. Загальний обсяг дисципліни складає 8 кредитів ЄКТС (240 годин), з них: лекції - 32 год., лабораторні заняття - 32 год., практичні заняття - 32 год., самостійна робота - 144 год.

Форми (методи) навчання: лекції (з використанням методів візуалізації, проблемного викладу та інтерактивного навчання); лабораторні заняття (з використанням методів комп'ютерного моделювання, проєктної діяльності та тренінгових вправ); практичні заняття (з використанням інструктажу, демонстрування, розв'язування типових і прикладних задач); самостійна робота (опрацювання теоретичного матеріалу, підготовка до виконання практичних і лабораторних робіт, виконання індивідуальних завдань) з використанням інформаційно-комунікаційних технологій та технологій дистанційного навчання.

Форми оцінювання результатів навчання: поточне оцінювання (усне опитування, захист лабораторних робіт, захист практичних робіт, тестовий контроль); підсумковий контроль (залік) у формі модульного тестування або усного складання.

Вид семестрового контролю: залік.

Навчальні ресурси:

1. Dean, A. G. Embedded Systems Fundamentals with Arm Cortex-M based Microcontrollers: A Practical Approach (Nucleo-F091RC Edition) : [англ.] / A. G. Dean. — 2nd ed. — Raleigh : ARM Education Media, 2021. — 384 p.
2. Amos, B. Hands-On RTOS with Microcontrollers: Building Real-Time Embedded Systems using FreeRTOS, STM32 MCUs, and SEGGER debug tools : [англ.] / B. Amos. — Birmingham : Packt Publishing, 2023. — 472 p.
3. Wang, K. C. Embedded and Real-Time Operating Systems : [англ.] / K. C. Wang. — Cham : Springer Nature, 2023. — 663 p. — DOI: 10.1007/978-3-031-28701-5.
4. Boxall, J. AVR Workshop: A Hands-On Introduction with 60 Projects : [англ.] / J. Boxall. — San Francisco : No Starch Press, 2022. — 420 p. — ISBN 978-1-71850-290-4.
5. Barrett, S. F. Arduino Microcontroller: Processing for Everyone! : [англ.] / S. F. Barrett. — 4th ed. — Morgan & Claypool, 2021. — 336 p.
6. Marwedel, P. Embedded System Design: Embedded Systems Foundations of Cyber-Physical Systems, and the Internet of Things : [англ.] / P. Marwedel. — 4th ed. — Cham : Springer Nature, 2021. — 515 p. — DOI: 10.1007/978-3-030-60910-8.
7. Barrett, S. F. Microchip AVR® Microcontroller Primer: Programming and Interfacing : [англ.] / S. F. Barrett, D. J. Pack.

- 3rd ed. — Cham : Springer, 2020. — 470 p.
8. Tollervey, N. H. Programming with MicroPython: Embedded Programming with Microcontrollers and Python : [англ.] / N. H. Tollervey. — O'Reilly Media, 2020. — 212 p.
 9. Cady, F. M. Software and Hardware Engineering: Assembly and C Programming for the Freescale HCS12 Microcontroller : [англ.] / F. M. Cady. — Oxford University Press, 2020. — 512 p.
 10. Лисенко, С. М. Програмування робототехнічних систем на основі Lego Mindstorms: навч. посібник : [укр.] / С. М. Лисенко, А. О. Нічепорук, К. Ю. Бобровнікова. — Хмельницький : ХНУ, 2020. — 242 с.
 11. Гришук, Ю. С. Мікроконтролери: Архітектура, програмування та застосування в електромеханіці : навч. посіб. : [укр.] / Ю. С. Гришук. — Харків : НТУ «ХПІ», 2019. — 384 с.
 12. Zeller, A. Towards a Cross-Domain Software Safety Assurance Process for Embedded Systems : [англ.] / A. Zeller, K. Hoefig, M. Rothfelder. — 2021. — Режим доступу: <https://arxiv.org/abs/2106.02140>.
 13. Mishra, R. Survey of Control-Flow Integrity Techniques for Embedded and Real-Time Embedded Systems : [англ.] / R. Mishra, T. Chantem, R. M. Gerdes. — 2021. — Режим доступу: <https://arxiv.org/abs/2111.11390>.
 14. Banerjee, S. Power-Based Side-Channel Attack for AES Key Extraction on the ATmega328 Microcontroller : [англ.] / S. Banerjee, B. Ho, R. Koppula. — 2022. — Режим доступу: <https://arxiv.org/abs/2203.08220>.
 15. Arduino Official Website : [англ.]. — Режим доступу: <https://www.arduino.cc/>.
 16. Microchip Developer Help : [англ.]. — Режим доступу: <https://developer.microchip.com/>.
 17. Better Embedded System SW Blog / Phil Koopman : [англ.]. — Режим доступу: <https://betterembsw.blogspot.com/>.
 18. Модульне навчальне середовище ХНУ (Moodle) : [укр.]. — Режим доступу: <https://msn.khnu.km.ua/>.
 19. Електронна бібліотека Хмельницького національного університету : [укр.]. — Режим доступу: <http://lib.khnu.km.ua/>.
 20. ДСТУ 2399-94. Системи обробки інформації. Логічні пристрої, схеми, сигнали. Терміни та визначення : [укр.].
 21. ДСТУ 3609-97. Контролери програмовані. Терміни та визначення : [укр.].
 22. ДСТУ 2533-94. Системи обробки інформації. Арифметичні та логічні операції. Терміни та визначення : [укр.].
 23. Гришук, Ю. С. Мікропроцесорні пристрої: навчальний посібник : [укр.] / Ю. С. Гришук. — Харків : НТУ «ХПІ», 2005. — 280 с. — Режим доступу: <http://web.kpi.kharkov.ua/ea/wp-content/uploads/sites/25/2013/04/Mikroprotsesorni-pristroyi.pdf>.
 24. Шликов, В. В. Мікропроцесорна техніка: Практикум : навч. посіб. : [укр.] / В. В. Шликов. — Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. — 144 с. — Режим доступу: http://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/24694/3/Shlykov_microprotsessor_tekhn%D0%BA_%D0%B0_praktykum.pdf.
 25. Модульне середовище для навчання. URL : <https://msn.khmnu.edu.ua/course/view.php?id=7451>
 26. Електронна бібліотека ХНУ. URL: <http://library.khmnu.edu.ua/>
 27. Інституційний репозитарій ХНУ. URL : <https://elar.khmnu.edu.ua/home>

Викладачі: ст. викладач ДЕНИСЮК Д.О.