

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна
Кафедра теоретичної та прикладної системотехніки

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

В.о. декана факультету комп’ютерних наук

Світлана КОЛОВАНОВА

“ 30 ” червня 2023 р.



РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Робототехнічні системи

рівень вищої освіти перший (бакалаврський)

галузь знань 15 «Автоматизація та приладобудування»

спеціальність 151 «Автоматизація та комп’ютерно-інтегровані технології»

освітня програма «Автоматизація та комп’ютерно-інтегровані технології»

вид дисципліни обов’язкова

факультет комп’ютерних наук

2023 / 2024 навчальний рік

Програму рекомендовано до затвердження вченою радою факультету комп'ютерних наук

«29» червня 2023 року, протокол № 14

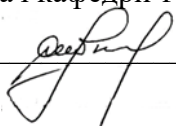
РОЗРОБНИК ПРОГРАМИ:

кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри теоретичної та прикладної системотехніки **Котвицький Альберт Тадеушевич**

Програму схвалено на засіданні кафедри теоретичної та прикладної системотехніки


«08» червня 2023 року, протокол № 13

Завідувач кафедри теоретичної та прикладної системотехніки


_____ Сергій ШМАТКОВ

Програму погоджено з гарантом освітньої програми «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»


Гарант освітньої програми «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»


_____ Дмитро ЛАБЕНКО

Програму погоджено методичною комісією факультету комп'ютерних наук

«21» червня 2023 року, протокол № 12

Голова методичної комісії факультету комп'ютерних наук


_____ Лариса ВАСИЛЬСВА

ВСТУП

Програма навчальної дисципліни «Робототехнічні системи» розроблена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки першого (бакалаврського) рівня 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології».

1. Опис навчальної дисципліни

1.1. Метою викладання навчальної дисципліни є формування системи знань із технічних засобів автоматизації, а також їх використання при реалізації автоматичних систем керування електротехнічними системами.

Об'єкт вивчення: сучасна методологія системного підходу до ідентифікації та моделювання засобів автоматизації, орієнтована на вироблення найкращої стратегії роботи цих пристроїв.

Предметом вивчення навчальної дисципліни є елементи та пристрої систем автоматизації.

1.2. Основними завданнями вивчення навчальної дисципліни є одержання студентами базових знань про існуючі засоби автоматизації, набуття практичних навичок з побудови систем автоматизації.

В ході вивчення дисципліни у студента повинні формуватися такі компетентності.

Інтегральна компетентність

Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми, що характеризуються комплексністю та невизначеністю умов, під час професійної діяльності у галузі автоматизації або у процесі навчання, що передбачає застосування теорій та методів галузі.

Загальні компетентності (ЗК)

ЗК1. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

Спеціальні (фахові, предметні) компетентності (ФК)

ФК 2. Здатність застосовувати знання фізики, електротехніки, електроніки і мікропроцесорної техніки, в обсязі, необхідному для розуміння процесів в системах автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологіях.

ФК 3. Здатність виконувати аналіз об'єктів автоматизації на основі знань про процеси, що в них відбуваються та застосовувати методи теорії автоматичного керування для дослідження, аналізу та синтезу систем автоматичного керування.

ФК 4. Здатність застосовувати методи системного аналізу, математичного моделювання, ідентифікації та числові методи для розроблення математичних моделей окремих елементів та систем автоматизації в цілому, для аналізу якості їх функціонування із використанням новітніх комп'ютерних технологій.

ФК 5. Здатність обґрунтовувати вибір технічних засобів автоматизації на основі розуміння принципів їх роботи аналізу їх властивостей, призначення і технічних характеристик з урахуванням вимог до системи автоматизації і експлуатаційних умов; налагоджувати технічні засоби автоматизації та системи керування.

ФК 6. Здатність використовувати для вирішення професійних завдань новітні технології у галузі автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій, зокрема, проектування багаторівневих систем керування, збору даних та їх архівування для формування бази даних параметрів процесу та їх візуалізації за допомогою засобів людино-машинного інтерфейсу.

ФК 7. Здатність обґрунтовувати вибір технічної структури та вміти розробляти прикладне програмне забезпечення для мікропроцесорних систем керування на базі

локальних засобів автоматизації, промислових логічних контролерів та програмованих логічних матриць і сигнальних процесорів.

1.3. Кількість кредитів – 5

1.4. Загальна кількість годин – 150

1.5. Характеристика навчальної дисципліни	
Вибіркова	
Денна форма навчання	Заочна (дистанційна) форма навчання
Рік підготовки	
4-й	4-й
Семестри	
7-й	7-й
Лекції	
48 год.	48 год.
Практичні, семінарські заняття	
0 год.	0 год.
Лабораторні заняття	
48 год.	48 год.
Самостійна робота	
54 год.	54 год.
Індивідуальні завдання	
0 год.	

1.6. Відповідно до вимог освітньо-кваліфікаційного рівня підготовки за результатами вивчення дисципліни студенти повинні – знати:

- призначення, основні модулі та класифікацію сучасних систем автоматичного керування технологічними процесами;
- класифікацію, призначення та основні групи технічних засобів автоматизації;
- принципи перетворення фізичних величин в електричні, основні види та характеристики вимірювальних перетворювачів;
- основні види сучасних виконавчих механізмів та методики їх вибору;
- принцип дії сучасних керуючих елементів автоматики та їх вибір;

уміти:

- проводити вибір вимірювальних перетворювачів та датчиків в залежності від технічного завдання на розробку систем автоматизації;
- вибирати виконавчі механізми керуючі елементи системи автоматики для реалізації керуючих впливів на технологічний об'єкт;
- виконувати елементарний розрахунок деяких чутливих елементів датчиків для вимірювання фізичних величин;
- логічно та послідовно висловлювати сутність роботи, привселюдно захищати прийняті технічні рішення.

мати уявлення:

- про методи аналізу моделей об'єктів управління;
- про методи інтерпретації результатів моделювання
- про роль методів комп'ютерного моделювання для аналізу сучасних складних технічних систем;
- перспективи розвитку комп'ютерного моделювання; про основні проблеми розробки сучасного програмного забезпечення для комп'ютерного моделювання.

В результаті вивчення дисципліни у студента повинні формуватися такі *програмні результати навчання (ПРН)*.

ПРН1. Знати лінійну та векторну алгебру, диференціальне та інтегральне числення, функції багатьох змінних, функціональні ряди, диференціальні рівняння для функції однієї та багатьох змінних, операційне числення, теорію функції комплексної змінної, теорію ймовірностей та математичну статистику, теорію випадкових процесів в обсязі, необхідному для користування математичним апаратом та методами у галузі автоматизації.

ПРН 2. Знати фізику, електротехніку, електроніку та схемотехніку, мікропроцесорну техніку на рівні, необхідному для розв'язання типових задач і проблем автоматизації.

ПРН 3. Вміти застосовувати сучасні інформаційні технології та мати навички розробляти алгоритми та комп'ютерні програми з використанням мов високого рівня та технологій об'єктно-орієнтованого програмування, створювати бази даних та використовувати інтернет-ресурси.

ПРН 4. Розуміти суть процесів, що відбуваються в об'єктах автоматизації (за галузями діяльності) та вміти проводити аналіз об'єктів автоматизації і обґрунтовувати вибір структури, алгоритмів та схем керування ними на основі результатів дослідження їх властивостей.

ПРН 5. Вміти застосовувати методи теорії автоматичного керування для дослідження, аналізу та синтезу систем автоматичного керування.

ПРН 6. Вміти застосовувати методи системного аналізу, моделювання, ідентифікації та числові методи для розроблення математичних та імітаційних моделей окремих елементів та систем автоматизації в цілому, для аналізу якості їх функціонування із використанням новітніх комп'ютерних технологій.

ПРН 7. Вміти застосовувати знання про основні принципи та методи вимірювання фізичних величин і основних технологічних параметрів для обґрунтування вибору засобів вимірювань та оцінювання їх метрологічних характеристик.

ПРН 8. Знати принципи роботи технічних засобів автоматизації та вміти обґрунтувати їх вибір на основі аналізу їх властивостей, призначення і технічних характеристик з урахуванням вимог до системи автоматизації та експлуатаційних умов; мати навички налагодження технічних засобів автоматизації та систем керування.

ПРН 10. Вміти обґрунтовувати вибір структури та розробляти прикладне програмне забезпечення для мікропроцесорних систем управління на базі локальних засобів автоматизації, промислових логічних контролерів та програмованих логічних матриць і сигнальних процесорів.

2. Тематичний план навчальної дисципліни

Розділ 1. Загальні поняття. Вбудовані системи та мікроконтролери.

Тема 1. Типи вбудованих систем. Різновиди мікроконтролерів: AVR, PIC, STM.

Відмінності розробки вбудованих систем від розробки програмного забезпечення на персональному комп'ютері. Засоби забезпечення вбудовуваним системам реакцію в реальному часі.

Тема 2. Устаткування для аналізу та налаштування мікроконтролерних систем.

Логічні аналізатори, осцилографи, генератори сигналів, джерела живлення. Пакети програм для автоматизованого проектування електронних схем.

Розділ 2. Мікроконтролери ATmega328 та ATmega2560.

Тема 3. Виводи GPIO та їх налаштування.

Регістри: PINx, PORTx, DDRx.

Тема 4. Режими роботи і настройка восьмибітних таймерів T0 та T2.

Вибір режимів: нормальний, CTC, швидкий ШІМ, ШІМ з фазовою корекцією.

Додаткові можливості та відмінності таймер-лічильника T2.

Тема 5. Режими роботи і настройка шістнадцятибітних таймерів T1 та T3, T4, T5.

Вибір режимів: нормальний, CTC, швидкий ШІМ, ШІМ з фазовою корекцією. Нестандартна роздільна здатність ШІМ сигналу від 1 до 16 біт.

Тема 6. Переривання за таймером.

Налагодження та використання переривань за таймером за допомогою регістрів: TIMSK0 – TIMSK5 та TIFR0 – TIFR5.

Тема 7. Зовнішні переривання.

Налагодження та використання зовнішніх переривань типу INTn та PCINTn.

Тема 8. Інтерфейс USART/UART.

Підключення та налаштування модуля в асинхронному режимі роботи з використанням регістрів: UCSRnA, UCSRnB, UCSRnC, UDRn, UBRn.

Тема 9. Модуль АЦП(ADC).

Використання основних функцій аналогово-цифрового перетворювача в одиночному та безперервному режимах роботи.

Тема 10. Інтерфейс I2C.

Модуль TWI в мікроконтролерах ATmega.

Тема 11. Інтерфейс SPI.

Використання апаратного SPI модуля в мікроконтролерах ATmega.

Розділ 3. Методи керування периферійними пристроями.

Тема 12. DC мотори.

Керування двигуном постійного струму за допомогою H-моста

Тема 13. Серводвигуни.

Генерація сигналів за допомогою таймерів для керування сервомоторами.

Тема 14. Крокові двигуни.

Спеціальні драйвери та методи керування кроковими двигунами.

Тема 15. Устаткування для введення-виведення інформації.

Текстові та графічні засоби виведення інформації. Інкрементальні енкодери.

Тема 16. Розрахунок траєкторії руху робота.

Кінематичні рівняння руху та їх інтегрування

3. Структура навчальної дисципліни

Назви розділів і тем	Кількість годин					
	Денна форма					
	Всього	у тому числі:				
Л		ПЗ	Лаб. роб.	Інд.	СР	
1	2	3	4	5	6	7
<i>Розділ 1. Загальні поняття. Вбудовані системи та мікроконтролери.</i>						
<i>Тема 1.</i> Типи вбудованих систем. Різновиди мікроконтролерів: AVR, PIC, STM..		2				
<i>Тема 2.</i> Устаткування для аналізу та налаштування мікроконтролерних систем.		2		4		4
Усього за розділом 1		4		4		4
<i>Розділ 2. Мікроконтролери ATmega328 та ATmega2560</i>						
<i>Тема 3.</i> Виводи GPIO та їх налаштування.		3		4		4

Тема 4. Режими роботи і настройка восьмибітних таймерів T0 та T2.		3		4		4
Тема 5. Режими роботи і настройка шістнадцятибітних таймерів T1 та T3, T4, T5.		4		4		4
Тема 6. Переривання за таймером.		3		4		4
Тема 7. Зовнішні переривання.		3		4		5
Тема 8. USART модуль		4		4		5
Тема 9. Модуль АЦП(ADC).		4		4		5
Тема 10. Інтерфейс I2C.		4		4		5
Тема 11. Інтерфейс SPI.		4		4		5
Усього за розділом 2		32		36		41
<i>Розділ 3. Стандартне обладнання, що застосовується у вбудованих системах</i>						
Тема 12. DC мотори.		2		2		2
Тема 13. Серводвигуни.		2		2		2
Тема 14. Крокові двигуни.		2		2		2
Тема 15. Устаткування для введення-виведення інформації.		2		2		3
Тема 16. Розрахунок траєкторії руху робота.		4				
Усього за розділом 3		12		8		9
Усього годин	150	48		48		54

4. Теми лабораторних занять

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
1	Основні принципи роботи з мікроконтролерами у програмах Proteus та Arduino IDE.	4
2	Побітові операції. Налаштування портів: PINx, PORTx, DDRx. Робота з GPIO.	4
3	Настройка таймер- лічильників T0 та T2. Вибір режимів: нормальний, CTC, швидкий ШІМ, ШІМ з фазовою корекцією.	4
4	16-бітові таймери. Вибір режимів: нормальний, CTC, швидкий ШІМ, ШІМ з фазовою корекцією. Нестандартна роздільна здатність ШІМ сигналу від 1 до 16 біт.	4
5	Використання переривань за таймером.	4
6	Зовнішні переривання.	4
7	Інтерфейс USART/UART.	4
8	Зчитування даних з АЦП модуля.	4
9	Робота з розширювачем портів PCF8574 за протоколом I2C.	4
10	Зсувний регістр HC595 та протокол SPI.	4
11	Розробка <i>embedded</i> системи.	8
	Разом	48

Теми практичних занять

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
-------	------------	-----------------

5. Самостійна робота

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
1	Придбання навичок використання логічного аналізатора. Вивчення з його допомогою явища брязкоту контактів.	4
2	Управління режимами роботи мікроконтролера залежно від кількості натискань на кнопку.	4
3	Вивчення можливості використання зовнішнього кварцового резонатора з таймер-лічильником T2.	4
4	Рахунок зовнішніх імпульсів за допомогою таймерів.	4
5	Регістр MCUCR та переривання.	4
6	Керування режимами роботи за допомогою USART модуля.	5
7	Аналоговий компаратор.	5
8	Диференційні входи модуля АЦП.	5
9	Опис обладнання яке працює за протоколом I2C.	5
10	Опис обладнання яке працює за протоколом SPI.	5
11	Види H-мостів.	3
12	Драйвери Step/Dir.	3
13	Робота з дисплеєм LCD1602 по протоколу I2C.	3
	Разом	54

6. Індивідуальні завдання

7. Методи контролю

Контроль роботи студентів при вивченні дисципліни і засвоєння ними навчального матеріалу здійснюється на лабораторному занятті шляхом проведення поточних опитувань, контрольних опитувань і захисту лабораторних робіт.

Перша лабораторна робота є допуском до виконання решти всіх лабораторних робіт і оцінюється в 2 бали. Наступні дев'ять лабораторних робіт є практичним застосуванням знань, отриманих на лекційних заняттях і оцінюються по 4 бали. Заключна лабораторна робота є проектною, тобто в ній пропонується студентам на основі набутого досвіду сконструювати вбудовану систему. Ця робота оцінюється у 7 балів.

Підсумковий контроль здійснюється при виконанні контрольної роботи та іспиту. Студенти, що не захистили впродовж семестру лабораторні роботи, до заліку та іспиту не допускаються.

Екзаменаційний квиток містить п'ять не складних, але оригінальних практичних завдань. Максимальна кількість балів за відповіді на кожне завдання складає по 8 балів. Проведення поточного контролю, письмового модульного контролю, фінальний контроль у вигляді іспиту.

При дистанційному навчанні видача практичних завдань та контроль їх виконання здійснюється за допомогою сервісу дистанційного навчання Google Classroom. Лекційні заняття проводяться із використанням сервісу відео-конференцій Google Meet.

Підсумковий контроль у вигляді екзамену (заліку) проводиться шляхом відповіді на екзаменаційний білет та он-лайн опитування (сервіси відео-конференцій Google Meet, Google Classroom).

8. Схема нарахування балів

Підсумковий контроль в формі екзамену

Поточне оцінювання та самостійна робота			Контрольні роботи, передбачені навчальним планом	Разом	Іспит	Сума
P1	P2	P3	1	60	40	100
2	36	7	15			

P1, P2, P3 – розділи.

За розділом P1 студент отримує 2 бали за виконання першої лабораторної роботи.

За розділом P2 студент отримує 36 балів за виконання дев'яти лабораторних робіт.

За розділом P3 студент отримує 7 балів за виконання узагальнюючої лабораторної роботи.

Критерії оцінювання знань студентів за лабораторні роботи

Вимоги	Кількість балів
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Завдання відзначається повнотою виконання без допомоги викладача. ▪ Визначає рівень поінформованості, потрібний для прийняття рішень. Вибирає інформаційні джерела. ▪ Робить висновки і приймає рішення у ситуації невизначеності. Володіє уміннями творчо-пошукової діяльності. 	4
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Завдання – повні, з деякими огріхами, виконані без допомоги викладача. ▪ Планує інформаційний пошук; володіє способами систематизації інформації; ▪ Робить висновки і приймає рішення у ситуації невизначеності. Володіє уміннями творчо-пошукової діяльності. 	3-4
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Завдання відзначається неповнотою виконання без допомоги викладача. ▪ Студент може зіставити, узагальнити, систематизувати інформацію під керівництвом викладача; вільно застосовує вивчений матеріал у стандартних ситуаціях. 	2-3
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Завдання відзначається неповнотою виконання за консультацією викладача. ▪ Застосовує запропонований викладачем спосіб отримання інформації, має фрагментарні навички в роботі з підручником, науковими джерелами; ▪ Вибирає відомі способи дій для виконання фахових методичних завдань. 	1-2
Завдання відзначається фрагментарністю виконання за консультацією викладача або під його керівництвом.	1

Критерії оцінювання знань студентів за контрольні роботи

Вимоги	Кількість балів
Повнота виконання завдання повна, студент здатен формулювати закони та закономірності, структурувати судження, умовиводи, доводи, описи.	14-15

Повнота виконання завдання повна, студент здатен формулювати операції, правила, алгоритми, правила визначення понять.	10-14
Повнота виконання завдання елементарна, студент здатен вибирати відомі способи дій для виконання фахових завдань.	4-9
Повнота виконання завдання фрагментарна.	1-3

Критерії оцінювання залікових робіт студентів

Вимоги	Кількість балів
Показані всебічні систематичні знання та розуміння навчального матеріалу; безпомилково виконані завдання.	35-40
Показані повні знання навчального матеріалу; помилки, якщо вони є, не носять принципового характеру.	30-35
Показано повне знання необхідного навчального матеріалу, але допущені помилки.	20-30
Показано повне знання необхідного навчального матеріалу, але допущені суттєві помилки	10-20
Показано недосконале знання навчального матеріалу, допущені суттєві помилки.	5-10
Показано недосконале знання навчального матеріалу, допущені суттєві помилки, які носять принциповий характер; обсяг знань не дозволяє засвоїти предмет.	1-5

Критерії оцінювання екзаменаційних робіт студентів

Вимоги	Кількість балів
Показані всебічні систематичні знання та розуміння навчального матеріалу; безпомилково виконані завдання.	35-40
Показані повні знання навчального матеріалу; помилки, якщо вони є, не носять принципового характеру.	30-35
Показано повне знання навчального матеріалу в обсязі, який необхідний по спеціальності, але допущені помилки.	20-30
Показано повне знання навчального матеріалу в обсязі, який необхідний по спеціальності, але допущені суттєві помилки	10-20
Показано недосконале знання навчального матеріалу, допущені суттєві помилки.	5-10
Показано недосконале знання навчального матеріалу, допущені суттєві помилки, які носять принциповий характер; обсяг знань не дозволяє засвоїти спеціальність.	1-5

Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка	
	для чотирирівневої шкали оцінювання	для дворівневої шкали оцінювання
90 – 100	відмінно	зараховано
70-89	добре	
50-69	задовільно	
1-49	незадовільно	не зараховано

9. Рекомендована література

Основна література

1. Офіційний технічний опис виробника на мікроконтролер ATmega328P

- https://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/Atmel-7810-Automotive-Microcontrollers-ATmega328P_Datasheet.pdf
2. Офіційний технічний опис виробника на мікроконтролер ATmega2560
https://ww1.microchip.com/downloads/en/devicedoc/atmel-2549-8-bit-avr-microcontroller-atmega640-1280-1281-2560-2561_datasheet.pdf
 3. Програма Proteus
<https://labcenter.s3.amazonaws.com/downloads/Tutorials.pdf>
 4. Brian W. Kernighan, Dennis M. Ritchie The C Programming Language: AT&T Bell Laboratories Murray Hill, New Jersey, 1988, 272 p.
 5. Massimo Banzi, Michael Shiloh, Getting Started with Arduino, 3rd Edition, United States of America: Maker Media, 2014.

Допоміжна література

1. Бондарець Д.В. Моделювання електричних схем з використанням SPICE – моделей / Каштелян І.В., Данило А.М. // Тези доповідей Науково–практичної конференція молодих вчених і студентів «Інтелектуальні комп’ютерні системи та мережі». ч.2 – Тернопіль: ТНЕУ. – 2019. – С. 16. NI Multisim: веб–сайт. URL: <http://schem.net/software/multisim.php>
2. Жуйков В.Я., Терещенко Т.О., Ямненко Ю.С., Заграничний А.В. Мікропроцесорна техніка: навчальний посібник. Київ, 2016. 168 с.