Міністерство освіти і науки України

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

Кафедра Автоматизації, метрології та енергоефективних технологій

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Директор навчально-наукового інституту
«Українська інженерно-педагогічна академія»
Денис КОВАЛЕНКО
«25» липня 2026 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Цифрові системи управління

(назва навчальної дисципліни)

рівень вищої освіти перший (бакалаврський)

галузь знань 17 Електроніка, автоматизація та електронні комунікації
(шифр і назва)

спеціальність 174 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка
(шифр і назва)

освітня програма Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології
(шифр і назва)

спеціалізація
(шифр і назва)

вид дисципліни За вибором
(обов'язкова / за вибором)

інститут Навчально-науковий інститут «Українська інженерно-педагогічна академія»

2026 / 2027 навчальний рік

Програму рекомендовано до затвердження вченою радою навчально-наукового інституту «Українська інженерно-педагогічна академія»

«_29_» ___червня____ 2026 року, протокол №_8_

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ: Василець Тетяна Юхимівна, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри АМЕТ

Програму схвалено на засіданні кафедри
_____Автоматизаці, метрології та енергоефективних технологій _____

Протокол від «_17_» __червня___2026 року № _15_

Завідувач кафедри __Автоматизаці, метрології та енергоефективних_____ технологій _____

_____ (підпис) ___Геннадій КАНЮК__ (прізвище та ініціали)

Програму погоджено з гарантом освітньо-професійної програми
(керівником проектної групи)
_____Технічні засоби автоматизації енергетичних систем та робототехніка_____
(назва освітньої програми)

Гарант освітньо-професійної програми
(керівник проектної групи) _____

_____ (підпис) __Тетяна ВАСИЛЕЦЬ__ (прізвище та ініціали)

Програму погоджено науково-методичною комісією
Навчально наукового інституту «Українська інженерно-педагогічна академія»
(назва факультету, для здобувачів вищої освіти якого викладається навчальна дисципліна)

Протокол від «__29__» __червня___2026 року № __8__

Голова науково-методичної комісії Навчально наукового інституту «Українська інженерно-педагогічна академія»

_____ (підпис) ___Сергій ПЕТРОВ__ (прізвище та ініціали)

ВСТУП

Програма навчальної дисципліни «Цифрові системи управління» складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

перший (бакалаврський)
(назва рівня вищої освіти)

спеціальності 174 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка

спеціалізації _____

1. Опис навчальної дисципліни

1.1. Мета викладання навчальної дисципліни

Метою викладання навчальної дисципліни «Цифрові системи управління» є формування у здобувачів освіти системи теоретичних знань і практичних навичок щодо принципів побудови, математичного опису, аналізу, синтезу та налаштування цифрових систем управління, а також застосування сучасних методів дослідження і проєктування систем з цифровими регуляторами..

1.2. Основні завдання вивчення дисципліни

· Завданнями навчальної дисципліни є:
· ознайомлення з принципами побудови та типовими структурними схемами цифрових систем управління;
· формування знань про особливості дискретного представлення сигналів і процесів у цифрових системах управління;
· засвоєння методів математичного опису цифрових систем управління та їх окремих елементів;
· оволодіння методами аналізу динамічних властивостей цифрових систем управління;
· формування навичок оцінювання стійкості та показників якості цифрових систем управління;
· вивчення принципів побудови та основних методів реалізації цифрових регуляторів;
· набуття практичних навичок синтезу та налаштування цифрових регуляторів;
· оволодіння методами синтезу цифрових систем управління із заданими показниками якості та стійкості;
· вивчення методів синтезу оптимальних дискретних систем управління за інтегральним квадратичним критерієм якості;
· формування навичок використання сучасних програмних засобів для моделювання, аналізу та дослідження цифрових систем управління;
· розвиток здатності аналізувати результати розрахунків і моделювання та обґрунтовувати технічні рішення щодо побудови й налаштування цифрових систем управління.

1.3. Кількість кредитів
3

1.4. Загальна кількість годин
90

1.5. Характеристика навчальної дисципліни	
Обов’язкова	
Денна форма навчання	Заочна (дистанційна) форма навчання
Рік підготовки	
4-й	4-й
Семестр	
8-й	8-й
Лекції	
14 год.	6 год.
Практичні, семінарські заняття	
16 год.	4 год.
Лабораторні заняття	
год.	год.
Самостійна робота	
60 год.	80 год.
у тому числі індивідуальні завдання	
год.	

1.6. Перелік компетентностей, що формує дана дисципліна

ЗК1. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК4. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.

ЗК5. Здатність до пошуку, опрацювання та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК8. Здатність працювати в команді.

ФК3. 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.

ФК4. 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.

ФК9. Здатність вільно користуватись сучасними комп’ютерними та інформаційними технологіями для вирішення професійних завдань, програмувати та використовувати прикладні та спеціалізовані комп’ютерно-інтегровані середовища для вирішення задач автоматизації.

1.7. Перелік результатів навчання, що формує дана дисципліна

ПР4. Розуміти суть процесів, що відбуваються в об’єктах автоматизації та вміти проводити аналіз об’єктів автоматизації і обґрунтовувати вибір структури, алгоритмів та схем керування ними на основі результатів дослідження їх властивостей

ПР5. Вміти застосовувати методи теорії автоматичного керування для дослідження, аналізу та синтезу систем автоматичного керування

ПРН6. 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.

ПРН12. Вміти використовувати різноманітне спеціалізоване програмне забезпечення для розв’язування типових інженерних задач у галузі автоматизації, зокрема, матема-

тичного моделювання, автоматизованого проектування, керування базами даних, методів комп'ютерної графіки.

1.8. Пререквізити: Фізика, Електротехніка, Робототехніка, Вимірювання та технічні засоби автоматизації, Електроніка, Теорія автоматичного управління, Теорія електроприводу та системи управління електроприводами, Програмне забезпечення систем управління, Мікроконтролери та мікропроцесорна техніка.

2. Тематичний план навчальної дисципліни

Розділ 1. Математичний апарат розробки цифрових систем.

Тема 1. Математичний опис процесу квантування. Теорія Z-перетворення.

Основні поняття і принципи побудови систем підлеглого управління. Критерії оптимальності.

Закони управління роботою кантувача Решітчаста функція. Різницеві рівняння.

Визначення z-перетворення. Модифіковане z-перетворення. Зворотне z-перетворення. Відповідність між s- та z-площинами. Обмеження методу z-перетворення. Фіксатор нульового порядку. Імпульсні передавальні функції.

Тема 2. Метод простору станів.

Рівняння стану цифрових систем управління. Апроксимація аналогової системи цифровою моделлю. Розв'язання стаціонарного рівняння стану за допомогою z-перетворення. Зв'язок рівняння стану з передавальної функцією. Характеристичне рівняння. Діагоналізація матриці системи управління. Методи обчислення перехідної матриці стану.

Розділ 2. Оцінка якості розрахунку цифрової системи, стійкості системи управління різними методами. Корекція цифрових систем.

Тема 1. Аналіз цифрових систем управління.

Аналіз ЦСУ у часовій області. Аналіз в частотній області. Годограф Найквіста. Метод z-перетворення. Метод нескінченного ряду. Метод білінійного перетворення. Логарифмічні частотні характеристики. Визначення смуги пропускання ЦСУ.

Тема 2. Методи побудови і корекції цифрових систем. Синтез оптимального лінійно-квадратичного цифрового регулятора

Реалізація цифрових регуляторів в ЦСУ. Методи корекції показників якості ЦСУ.

Синтез лінійно-квадратичного цифрового регулятора на кінцевому інтервалі часу. Синтез лінійно-квадратичного цифрового регулятора на нескінченному інтервалі часу. Цифровий спостерігач стану ЦСУ. Критерій спостережності лінійної ЦСУ. Синтез спостерігача стану повного порядку.

3. Структура навчальної дисципліни

Назви розділів і тем	Кількість годин											
	денна форма						заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		л	п	лаб.	інд.	с. р.		л	п	лаб.	інд.	с. р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Розділ 1. Математичний апарат розробки цифрових систем												
Тема 1. Математичний опис процесу квантування. Теорія Z-перетворення.	22	4	4			14	22	2	1			19
Тема 2. Метод простору станів.	23	4	4			15	23	1	1			21
Разом за розділом 1	45	8	8			29	45	3	2			40
Розділ 2. Оцінка якості розрахунку цифрової системи, стійкості системи управління різними методами. Корекція цифрових систем												
Тема 1. Аналіз цифрових систем управління	22	2	4			16	22	1	1			20
Тема 2. Методи побудови і корекції цифрових систем. Синтез оптимального лінійно-квадратичного цифрового регулятора	23	4	4			15	23	2	1			20
Разом за розділом 2	45	6	8			31	45	3	2			40
Усього годин	90	14	16			60	90	6	4			80

4. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1.	Дискретизація безперервних сигналів та систем	4
2.	Отримання дискретних передатних функцій (Z-перетворення)	4
3.	Аналіз стійкості цифрових систем управління	4
4.	Цифрова реалізація класичних ПІД-регуляторів	4
5.	Синтез цифрових систем оптимального керування	4
	Разом	16

5. Завдання для самостійної робота

№ з/п	Види, зміст самостійної роботи	Кількість годин
1	Математичний опис процесу квантування. Теорія Z-перетворенняРобота з конспектом лекцій. Робота з навчальною літературою. Підготовка до практичних занять. Виконання завдань для самостійної роботи на сайті дистанційної освіти.	14
2	Метод простору станів.Робота з конспектом лекцій. Робота з навчальною літературою. Підготовка до практичних занять. Виконання завдань для самостійної роботи на сайті дистанційної освіти.	15
3	Аналіз цифрових систем управлінняРобота з конспектом лекцій. Робота з навчальною літературою. Підготовка до практичних занять. Виконання завдань для самостійної роботи на сайті дистанційної освіти.	16
4	Методи побудови і корекції цифрових систем. Синтез оптимального лінійно-квадратичного цифрового регулятора. Робота з конспектом лекцій. Робота з навчальною літературою. Підготовка до практичних занять. Виконання завдань для самостійної роботи на сайті дистанційної освіти.	15
	Разом	60

6. Індивідуальні завдання

Не передбачено навчальним планом

7. Методи навчання

Пояснювально-ілюстративний, репродуктивний, частково-пошуковий, дослідницький, проблемного викладу; словесні, наочні, практичні; аналіз, синтез, індукція, дедукція; активні методи (дискусії та дебати, метод кейсів), інтерактивні методи (інтерактивні лекції, мозкові штурми, інтерактивні симуляції), проектні методи (проектне навчання, метод проектів); методи дистанційного навчання.

8. Методи контролю

Поточний контроль – усне та письмове опитування, експрес-опитування, контрольні роботи, оцінка практичних навичок, перевірка завдань для самостійної роботи, кейс-метод, комп'ютерні симуляції.

Підсумковий контроль – екзамен.

9. Схема нарахування балів

Поточний контроль, самостійна робота, індивідуальні завдання						Екзамен	Сума
Розділ 1		Розділ 2		Контрольна робота, передбачена навчальним планом	Разом		
Т1	Т2	Т1	Т2	20	60	40	100
10	10	10	10				

Т1, Т2 ... – теми розділів

Для допуску до складання підсумкового контролю (заліку, або екзамену) здобувач вищої освіти повинен набрати не менше 20 балів з навчальної дисципліни під час поточного контролю, самостійної роботи, індивідуального завдання.

Критерії оцінювання навчальних досягнень

Під час вивчення навчальної дисципліни використання технологій штучного інтелекту (ШІ) здійснюється відповідно до Політики використання технологій штучного інтелекту Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна.

У межах дисципліни застосовуються такі моделі використання ШІ:

1. Модель «ШІ заборонено».

Використання технологій штучного інтелекту не допускається під час виконання контрольних заходів, спрямованих на перевірку індивідуальних знань і сформованості компетентностей здобувача освіти, зокрема: усного опитування, контрольних робіт, екзамену, інших видів оцінювання, для яких викладачем встановлено обмеження щодо використання ШІ.

2. Модель «ШІ як асистент».

Під час підготовки до практичних занять, виконання індивідуальних завдань, аналітичних оглядів та інших письмових робіт дозволяється використання ШІ для: пошуку та систематизації інформації, добору та первинного аналізу наукових джерел, пояснення складних понять, удосконалення структури тексту, перевірки граматики, стилю та оформлення, генерації ідей, плану роботи або прикладів.

Фінальний текст роботи, висновки, аналіз, інтерпретація результатів та прийняті рішення повинні бути самостійно підготовлені здобувачем освіти.

3. Модель «ШІ як інструмент».

Для окремих лабораторних, практичних, проєктних або дослідницьких робіт використання технологій штучного інтелекту може бути обов'язковою складовою виконання завдання. У таких випадках здобувачі освіти можуть використовувати генеративні моделі ШІ для: аналізу та підготовки даних, генерації, аналізу й оптимізації програмного коду, порівняння результатів роботи різних моделей ШІ, створення візуалізацій, схем або зображень, аналізу великих масивів даних. проведення експериментів із застосуванням сучасних інструментів штучного інтелекту.

Усі результати, отримані за допомогою ШІ, підлягають критичному аналізу, перевірці та доопрацюванню здобувачем освіти.

Декларування використання ШІ.

У разі використання технологій штучного інтелекту здобувач освіти зобов'язаний зазначити: назву сервісу або моделі ШІ; дату використання; характер допомоги (генерація ідей, пошук інформації, аналіз даних, генерація коду, редагування тексту тощо).

За вимогою викладача здобувач освіти повинен надати використані запити (prompts) або пояснити спосіб використання інструментів ШІ.

Недекларoване використання технологій штучного інтелекту або подання згенерованого ШІ матеріалу як власного результату навчальної діяльності розглядається як порушення принципів академічної доброчесності відповідно до внутрішніх нормативних документів Університету.

Визнання результатів навчання, отриманих у неформальній освіті

Визнання результатів навчання, отриманих здобувачем освіти у неформальній освіті, здійснюється на основі принципів академічної доброчесності, об'єктивності оцінювання та відповідності отриманих результатів навчання програмним результатам навчання з

відповідної дисципліни. Неформальна освіта може включати проходження онлайн-курсів, участь у тренінгах, семінарах, практикумах, майстер-класах та інших формах навчання, результати яких відповідають змісту та програмним результатам навчання з дисципліни.

Критерії прийнятності результатів.

Результати навчання, отримані у неформальній освіті, можуть бути визнані за умови їх відповідності змісту дисципліни, програмним результатам навчання та досягнення здобувачем рівня знань і навичок, еквівалентного оцінці «добре» (70–89 балів) за шкалою оцінювання.

Під час оцінювання враховується відповідність отриманих у неформальній освіті результатів навчання теоретичним знанням, практичним умінням та компетентностям, передбаченим робочою програмою дисципліни, а також здатність здобувача освіти застосовувати отримані знання для виконання відповідних навчальних та практичних завдань.

Для розгляду питання про визнання результатів навчання, отриманих у неформальній освіті, здобувач освіти повинен надати документальне підтвердження успішного проходження відповідного навчання (сертифікат, свідоцтво або інший документ).

Вимоги до документів та процедура визнання результатів навчання, отриманих у неформальній освіті, визначаються чинним на момент звернення здобувача освіти із заявою про визнання результатів навчання, отриманих у неформальній освіті, Порядком визнання результатів навчання, отриманих у неформальній освіті, в Харківському національному університеті імені В. Н. Каразіна.

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

10. Рекомендована література

Основна література

1. Теорія цифрових систем [Електронний ресурс] : навчальний посібник для студ. / І. Р. Пархомей, В. П. Пасько, О. М. Польшакова, О. А. Стенін ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 2.851 Кбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 133с.
2. Аналіз, синтез і проектування цифрових систем керування : навч. посібник / С. М. Єсаулов, О. Ф. Бабічева; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018. – 150 с.
3. Гончаренко, Б. М. Основні поняття дискретних систем / Б. М. Гончаренко, А. П. Ладанюк, О. П. Лобок // Цифрові системи керування : навч. посібник. - Вінниця : Нова Книга, 2007. – 160 с.
4. Johnson M.A., Moradi M.H. PID Control. New Identification and Design Methods. - London: Springer, 2005. -544 p.

Допоміжна література

1. Основи цифрових систем / [І. П. Барбаш, М. П. Благодарная, В. Я. Жихарев та ін.]. – Харків: Нац. аерокосмічннй ун-т "Харк, авіац. інс-т", 2002. – 672 с.
2. Шаруда В.Г. Практикум з теорії автоматичного управління. Навчальний посібник.- Дніпропетровськ: НДТУ, 2002.-414с.
3. Національного університету «Львівська політехніка», 2006. – 440 с.

11. Посилання на інформаційні ресурси в Інтернеті, відео-лекції, інше методичне забезпечення

1. Посилання на сторінку навчальної дисципліни в системі дистанційної освіти ННІ «УІПА». ULR. https://moodle.karazin.ua/