

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Кафедра комп'ютерних систем, мереж та кібербезпеки

"ЗАТВЕРДЖУЮ"

Декан факультету
інформаційних технологій

І. М. Болбот

2026 р.



"СХВАЛЕНО"

на засіданні кафедри комп'ютерних
систем, мереж та кібербезпеки
протокол № 13 від «2» 06 2026 р.

завідувача кафедри

Д. Ю. Касаткін

«РОЗГЛЯНУТО»

Гарант ОПП підготовки магістр
зі спеціальності G7 - Автоматизація,
комп'ютерно-інтегровані
технології та робототехніка

І. М. Болбот

РОБОЧА ПРОГРАМА

НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

**"Проектування програмно-апаратних комплексів
автоматизації"**

Галузь знань G - Інженерія, виробництво та будівництво

Спеціальність G7 - Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та
робототехніка

Освітньо-професійна програма - «Робототехніка»

Факультет інформаційних технологій

Розробники:

Лисенко Віталій Пилипович, доктор технічних наук, професор, професор
кафедри комп'ютерних систем, мереж та кібербезпеки.

Ромашук Олександр Миколайович, доктор філософії, асистент кафедри
комп'ютерних систем, мереж та кібербезпеки.

Київ – 2026

Опис навчальної дисципліни

У дисципліні “Проектування програмно-апаратних комплексів автоматизації” аналізуються нормативні документи, що використовуються для проектування систем автоматизації. Розглядається методи й інженерні методики розроблення систем автоматизації в такій послідовності: створення основного проектного документа – функціональної схеми автоматизації; дослідження динамічних властивостей об’єкта автоматизації; обґрунтування алгоритмів керування об’єктом; реалізація такого алгоритму шляхом вибору відповідного комплексу технічних засобів (регулятора) та налаштування такого регулятора; вибір комутуючої апаратури, проводів і кабелів; розроблення схем (принципової, з’єднань, підключень), зовнішнього вигляду передньої панелі шафи керування; оціна якості функціонування спроектованої системи автоматизації.

Для цифрових систем автоматизації подаються основні програмні середовища для реалізації обґрунтованих алгоритмів керування об’єктами, приводяться приклади розроблених програмних продуктів, що забезпечують функціонування систем автоматизації та людино-машинний інтерфейс.

Галузь знань, спеціальність, освітня програма, освітній ступінь		
Освітній ступінь	<u>магістр</u> (бакалавр, спеціаліст, магістр)	
Спеціальність	G7 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка	
Освітньо-професійна програма	«Робототехніка»	
Характеристика навчальної дисципліни		
Вид	Обов'язкова	
Загальна кількість годин	120	
Кількість кредитів ECTS	4	
Кількість змістових модулів	<u>2</u>	
Курсовий проект (робота) (якщо є в робочому навчальному плані)	-	
Форма контролю	Екзамен	
Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм навчання		
	денна форма навчання	заочна форма навчання
Курс (рік підготовки)	1	
Семестр	1	
Лекційні заняття	15 год.	
Практичні заняття	- год.	
Лабораторні заняття	30 год.	
Самостійна робота	75 год.	
Кількість тижневих аудиторних годин для денної форми навчання	9 год.	

1. Мета, компетентності та програмні результати навчальної дисципліни

Метою дисципліни є вивчення і засвоєння студентами сучасних методів проєктування систем автоматизації типових об'єктів.

Предметом вивчення дисципліни є інженерні методи й методики розроблення надійних систем автоматичного керування (управління) на основі результатів дослідження динамічних і статичних характеристик об'єктів, використання типових алгоритмів керування.

Завданням дисципліни є вивчення: нормативних документів, вимоги котрих визначають зміст і обсяги проєктів з автоматизації; інженерних методик: дослідження об'єктів автоматизації, обґрунтування алгоритмів керування типовими об'єктами; вибору на стадії проєктування регуляторів для реалізації алгоритмів керування; вивченню правил побудови принципових схем, схем з'єднань, схем підключень; методик аналізу якості функціонування систем автоматизації; методик аналізу економічності функціонування систем автоматизації.

Набуття компетентностей:

інтегральна компетентність (ІК): Здатність розв'язувати складні задачі і проблеми у галузі автоматизації, комп'ютерно-інтегрованих технологій та робототехніки або у процесі навчання, що передбачає проведення досліджень та/або здійснення інновацій та характеризується невизначеністю умов і суперечливістю вимог;

спеціальні (фахові) компетентності (СК):

СК2. Здатність проєктувати та впроваджувати високонадійні системи автоматизації та їх прикладне програмне забезпечення, для реалізації функцій управління та опрацювання інформації, здійснювати захист прав інтелектуальної власності на нові проєктні та інженерні рішення.

СК8. Здатність розробляти функціональну, технічну та інформаційну структуру комп'ютерно-інтегрованих систем управління організаційно-технологічними комплексами із застосуванням мережевих та інформаційних технологій, програмно-технічних керуючих комплексів, промислових контролерів, мехатронних компонентів, робототехнічних пристроїв та засобів людино-машинного інтерфейсу.

СК9. Здатність застосовувати спеціальні знання для створення ефективних систем автоматизації та робототехніки для складних біотехнічних об'єктів, на основі інтелектуальних методів управління та комп'ютерно-інтегрованих технологій.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент набуде певні програмні результати, а саме

ПРН1. Створювати системи автоматизації, кіберфізичні виробництва на основі використання інтелектуальних методів управління, баз даних та баз знань, цифрових та мережевих технологій, робототехнічних та інтелектуальних мехатронних пристроїв.

ПРН8. Застосовувати сучасні математичні методи, методи теорії автоматичного керування, теорії надійності та системного аналізу для дослідження та створення систем автоматизації складними технологічними та організаційно-технічними об'єктами, кіберфізичних виробництв.

ПРН9. Розробляти функціональну, організаційну, технічну та інформаційну структури систем автоматизації складними технологічними та організаційно-технічними об'єктами, розробляти програмно-технічні керуючі комплекси із застосуванням мережових та інформаційних технологій, промислових контролерів, мехатронних компонентів, робототехнічних пристроїв, засобів людино-машинного інтерфейсу та з урахуванням технологічних умов та вимог до управління виробництвом.

ПРН 10. Розробляти і використовувати спеціалізоване програмне забезпечення та цифрові технології для створення систем автоматизації складними організаційно-технічними об'єктами, професійно володіти спеціальними програмними засобами.

ПРН 11. Дотримуватись норм академічної доброчесності, знати основні правові норми щодо захисту інтелектуальної власності, комерціалізації результатів науково-дослідної, винахідницької та проектної діяльності.

2. Програма та структура навчальної дисципліни:

2. Програма та структура навчальної дисципліни:														
Назви змістових модулів і тем	Кількість годин													
	денна форма							Заочна форма						
	тижні	усього	у тому числі					усьог о	у тому числі					
			л	п	ла б	ін д	с.р .			л	п	ла б	ін д	с. р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
Модуль 1. Предмет і завдання дисципліни, типові об’єкти керування,														
Тема 1. Предмет і завдання дисципліни ППАКА. Нормативні документи для організації проектних робіт. Види і типи схем. Функціональні схеми автоматизації.	1	2,5	0,5		-		2							
Тема 2. Типові об’єкти керування, їх статичні й динамічні характеристики. Передатні функції типових об’єктів.	1	7	1		2		4							
Тема3. Типові алгоритми керування об’єктами. Обґрунтування на стадії проектування алгоритму керування на основі динамічного	1	5	1		2		2							

коефіцієнта регулювання.												
Тема 4. Інженерна методика обґрунтування вибору лінійних регуляторів на стадії проектування. (на заданий запас стійкості системи за амплітудою): - П-регулятор; - ПІ-регулятор; - ПІД-регулятор.	1-2	8	1		2		5					
Тема 5. Інженерна методика обґрунтування вибору регуляторів на стадії проектування (на заданий частотний показник коливальності системи): - П-регулятор; - ПІ-регулятор; - ПІД-регулятор.	2	8	1		2		5					
Тема 6. Інженерна методика обґрунтування вибору регуляторів на стадії проектування (на заданий кореневий показник коливальності системи): - П-регулятор; - ПІ-регулятор; - ПІД-регулятора.	2	8	1		2		5					
Тема 7. Основні інженерні методи вибору позиційних регуляторів на стадії проектування: - метод гармонічної лінеаризації (метод Гольдфарба)	2	8	1		2		5					
Тема 8. Основні інженерні методи вибору позиційних регуляторів на стадії проектування:	3	8	1		2		5					

- метод припасування (2- і 3-позиційне регулювання)													
Тема 9. Вибір на стадії проектування виконавчих пристроїв: - регулювальних органів; - виконавчих механізмів.	3	5	1		1		3						
Тема 10. Вибір на стадії проектування систем автоматизації пуско-захисної апаратури, проводів і кабелів.	3	5	1		1		3						
Разом за змістовим модулем 1	64,5		9.5		16		39						
Змістовий модуль 2. Розробка схем, аналіз якості систем автоматизації та програмування комплексів автоматизації													
Тема 11. Розроблення схем: - принципових; - з'єднань; - мнемосхем.	3-4	5,5	0,5		2		3						
Тема 12. Імпульсні системи автоматичного керування. Інженерні методики обґрунтування вибору регуляторів на стадії проектування систем автоматизації.1	4	7	1		2		4						
Тема 13. Вибір щитової продукції на стадії проектування.	4	2,5	0,5		-		2						
Тема 14. Розрахунок надійності систем автоматизації. Резервування.	4	3,5	0,5		-		3						
Тема 15. Аналіз якості функціонування систем автоматизації.	4	3,5	0,5		-		3						
Тема 16. Економіка функціонування систем автоматизації.	4	4,5	0,5		-		4						
Тема 17. Основні програмні середовища для реалізації алгоритмів	4-5	29	2		10		17						

керування та створення людино-машинних інтерфейсів в системах автоматизації.												
Разом за змістовим модулем 2		5.5	14	36								
Усього годин	120	15	30	75								

3. Теми лекцій

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Тема 1. Предмет і завдання дисципліни ППАКА. Нормативні документи для організації проектних робіт. Види і типи схем. Функціональні схеми автоматизації.	0,5
2	Тема 2. Типові об'єкти керування, їх статичні й динамічні характеристики. Передатні функції типових об'єктів.	1
3	Тема 3. Типові алгоритми керування об'єктами. Обґрунтування на стадії проектування алгоритму керування на основі динамічного коефіцієнта регулювання.	1
4	Тема 4. Інженерна методика обґрунтування вибору лінійних регуляторів на стадії проектування. (на заданий запас стійкості системи за амплітудою): - П-регулятор; - ПІ-регулятор; - ПІД-регулятор.	1
5	Тема 5. Інженерна методика обґрунтування вибору регуляторів на стадії проектування (на заданий частотний показник коливальності системи): - П-регулятор; - ПІ-регулятор; - ПІД-регулятор.	1
6	Тема 6. Інженерна методика обґрунтування вибору регуляторів на стадії проектування (на заданий кореневий показник коливальності системи): - П-регулятор; - ПІ-регулятор; - ПІД-регулятора.	1
7	Тема 7. Основні інженерні методи вибору позиційних регуляторів на стадії проектування: - метод гармонічної лінеаризації (метод Гольдфарба)	1
8	Тема 8. Основні інженерні методи вибору позиційних регуляторів на стадії проектування: - метод припасування (2- і 3- позиційне регулювання)	1
9	Тема 9. Вибір на стадії проектування виконавчих пристроїв: - регулювальних органів; - виконавчих механізмів.	1
10	Тема 10. Вибір на стадії проектування систем автоматизації пуско-захисної апаратури, проводів і кабелів.	1
11	Тема 11. Розроблення схем: - принципових; - з'єднань; - мнемосхем.	0,5
12	Тема 12. Імпульсні системи автоматичного керування. Інженерні методики обґрунтування вибору регуляторів на стадії проектування систем автоматизації.	1

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
13	Тема 13. Вибір щитової продукції на стадії проектування.	0,5
14	Тема 14. Розрахунок надійності систем автоматизації. Резервування.	0,5
15	Тема 15. Аналіз якості функціонування систем автоматизації.	0,5
16	Тема 16. Економіка функціонування систем автоматизації.	0,5
17	Тема 17. Основні програмні середовища для реалізації алгоритмів керування та створення людино-машинних інтерфейсів в системах автоматизації.	2
Разом		15

4. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Аналіз динамічних характеристик об'єктів керування та обґрунтування вибору алгоритмів регулювання	4
2	Параметричний синтез та інженерне обґрунтування лінійних регуляторів за частотними, кореневими та показниками стійкості систем	6
3	Інженерні методи аналізу та розрахунку позиційних систем автоматичного регулювання	4
4	Інженерне обґрунтування та вибір виконавчих пристроїв, пуско-захисної апаратури і кабельної продукції на стадії проектування.	2
5	Розробка схем автоматизації.	2
6	Імпульсні системи автоматичного керування. Інженерні методики обґрунтування вибору регуляторів на стадії проектування систем автоматизації.	2
7	Вивчення та дослідження типів даних, конфігурування тегів та створення базових функцій обробки сигналів в середовищі програмування контролерів.	2
8	Розробка алгоритму керування об'єктом автоматизації з використанням стандартних блоків П, ІІ, ПІД-регулятора.	2
9	Проектування базового НМІ-інтерфейсу для моніторингу стану об'єкта та задання параметрів регулювання.	2
10	Інтеграція елементів динамічної графіки та графіків реального часу для аналізу перехідного процесу регулювання.	2
11	Налаштування системи аварійної сигналізації та віддаленого вебдоступу до створеного комплексу.	2
Разом		30

5. Теми самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Тема 1. Ознайомлення зі змістом чинних нормативних документів для проектування. Функціональні схеми автоматизації.	2
2	Тема 2. Типові об'єкти керування, їх статичні й динамічні характеристики. Передатні функції типових об'єктів.	4
3	Тема 3. Типові алгоритми керування об'єктами. Обґрунтування на стадії проектування алгоритму керування на основі динамічного коефіцієнта регулювання.	2

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
4	Тема 4. Інженерна методика обґрунтування вибору лінійних регуляторів на стадії проектування. (на заданий запас стійкості системи за амплітудою): - П-регулятор; - ПІ-регулятор; - ПІД-регулятор.	5
5	Тема 5. Інженерна методика обґрунтування вибору регуляторів на стадії проектування (на заданий частотний показник коливальності системи): - П-регулятор; - ПІ-регулятор; - ПІД-регулятор.	5
6	Тема 6. Інженерна методика обґрунтування вибору регуляторів на стадії проектування (на заданий кореневий показник коливальності системи): - П-регулятор; - ПІ-регулятор; - ПІД-регулятора.	5
7	Тема 7. Основні інженерні методи вибору позиційних регуляторів на стадії проектування: - метод гармонічної лінеаризації (метод Гольдфарба)	5
8	Тема 8. Основні інженерні методи вибору позиційних регуляторів на стадії проектування: - метод припасування (2- і 3- позиційне регулювання)	5
9	Тема 9. Вибір на стадії проектування виконавчих пристроїв: - регулювальних органів; виконавчих механізмів.	3
10	Тема 10. Вибір на стадії проектування систем автоматизації пуско-захисної апаратури, проводів і кабелів.	3
11	Тема 11. Розроблення схем: - принципових; - з'єднань; мнемосхем.	3
12	Тема 12. Імпульсні системи автоматичного керування. Інженерні методики обґрунтування вибору регуляторів на стадії проектування систем автоматизації.	4
13	Тема 13. Вибір щитової продукції на стадії проектування.	2
14	Тема 14. Розрахунок надійності систем автоматизації. Резервування.	3
15	Тема 15. Аналіз якості функціонування систем автоматизації.	3
16	Тема 16. Економіка функціонування систем автоматизації.	4
17	Тема 17. Основні програмні середовища для реалізації алгоритмів керування та створення людино-машинних інтерфейсів в системах автоматизації.	17

6. Методи та засоби діагностики результатів навчання:

- екзамен;
- модульні тести;
- захист лабораторних та практичних робіт;
- презентації та виступи на наукових заходах.

7. Методи навчання:

- словесний метод (лекція, дискусія, співбесіда тощо);
- практичний метод (лабораторні, практичні заняття);
- наочний метод (метод ілюстрацій, метод демонстрацій);
- відеометод (дистанційні, мультимедійні, веб-орієнтовані тощо);

- самостійна робота (виконання завдань).

8. 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»

8.1. Розподіл балів за видами навчальної діяльності.

Вид навчальної діяльності	Результати навчання	Оцінювання
Модуль 1. Предмет і завдання дисципліни, типові об'єкти керування.		
ЛР1. Аналіз динамічних характеристик об'єктів керування та обґрунтування вибору алгоритмів регулювання	ПРН1. Створювати системи автоматизації, кіберфізичні виробництва на основі використання інтелектуальних методів управління, баз даних та баз знань, цифрових та мережових технологій, робототехнічних та інтелектуальних мехатронних пристроїв. ПРН8. Застосовувати сучасні математичні методи, методи теорії автоматичного керування, теорії надійності та системного аналізу для дослідження та створення систем автоматизації складними технологічними та організаційно-технічними об'єктами, кіберфізичних виробництв. ПРН9. Розробляти функціональну, організаційну, технічну та інформаційну структури систем автоматизації складними технологічними та організаційнотехнічними об'єктами, розробляти програмно-технічні керуючі комплекси із застосуванням мережових та інформаційних технологій, промислових контролерів, мехатронних компонентів, робототехнічних пристроїв, засобів людино-машинного інтерфейсу та з урахуванням технологічних умов та вимог до управління виробництвом. ПРН 10. Розробляти і використовувати спеціалізоване програмне забезпечення та цифрові технології для створення систем автоматизації складними організаційно-технічними об'єктами, професійно володіти спеціальними програмними засобами. ПРН 11. Дотримуватись норм академічної доброчесності, знати основні правові норми щодо захисту інтелектуальної власності, комерціалізації результатів науково-дослідної, винахідницької та проектної діяльності.	16
ЛР2. Параметричний синтез та інженерне обґрунтування лінійних регуляторів за частотними, кореневими та показниками стійкості систем		24
ЛР3. Інженерні методи аналізу та розрахунку позиційних систем автоматичного регулювання		20
ЛР4 Інженерне обґрунтування та вибір виконавчих пристроїв, пуско-захисної апаратури і кабельної продукції на стадії проєктування.		10
Модульна контрольна робота 1.		30
Всього за модулем 1		100
Модуль 2. Розробка схем, аналіз якості систем автоматизації та програмування комплексів автоматизації		
ЛР5. Розробка схем автоматизації.		10

ЛР6. Імпульсні системи автоматичного керування. Інженерні методики обґрунтування вибору регуляторів на стадії проєктування систем автоматизації.	ПРН1. Створювати системи автоматизації, кіберфізичні виробництва на основі використання інтелектуальних методів управління, баз даних та баз знань, цифрових та мережових технологій, робототехнічних та інтелектуальних мехатронних пристроїв.	10
ЛР7. Вивчення та дослідження типів даних, конфігурування тегів та створення базових функцій обробки сигналів в середовищі програмування контролерів.	ПРН8. Застосовувати сучасні математичні методи, методи теорії автоматичного керування, теорії надійності та системного аналізу для дослідження та створення систем автоматизації складними технологічними та організаційно-технічними об'єктами, кіберфізичних виробництв.	10
ЛР8. Розробка алгоритму керування об'єктом автоматизації з використанням стандартних блоків П, ПІ, ПІД-регулятора.	ПРН9. Розробляти функціональну, організаційну, технічну та інформаційну структури систем автоматизації складними технологічними та організаційнотехнічними об'єктами, розробляти програмно-технічні керуючі комплекси із застосуванням мережових та інформаційних технологій, промислових контролерів, мехатронних компонентів, робототехнічних пристроїв, засобів людино-машинного інтерфейсу та з урахуванням технологічних умов та вимог до управління виробництвом.	10
ЛР9. Проєктування базового НМІ-інтерфейсу для моніторингу стану об'єкта та задання параметрів регулювання.	ПРН 10. Розробляти і використовувати спеціалізоване програмне забезпечення та цифрові технології для створення систем автоматизації складними організаційно-технічними об'єктами, професійно володіти спеціальними програмними засобами.	10
ЛР10. Інтеграція елементів динамічної графіки та графіків реального часу для аналізу перехідного процесу регулювання.	ПРН 11. Дотримуватись норм академічної доброчесності, знати основні правові норми щодо захисту інтелектуальної власності, комерціалізації результатів науково-дослідної, винахідницької та проектної діяльності.	10
ЛР11. Налаштування системи аварійної сигналізації та віддаленого вебдоступу до створеного комплексу.		
Модульна контрольна робота 2.		30
Всього за модулем 2		100
Навчальна робота	$(M1 + M2)/2 * 0.7 \leq 70$	
Екзамен/залік	30	
Всього за курс	$(\text{Навчальна робота} + \text{екзамен}) \leq 100$	

8.2. Шкала оцінювання знань здобувача вищої освіти.

Рейтинг здобувача вищої освіти, бали	Оцінка за національною системою (екзамени/заліки)
	екзаменів
90-100	Відмінно
74-89	Добре
60-73	Задовільно
0-59	Незадовільно

8.3. Політика оцінювання.

Політика щодо дедлайнів та перескладання	роботи, які здаються із порушенням термінів без поважних причин, оцінюються на нижчу оцінку. Перескладання модулів відбувається із дозволу лектора за наявності поважних причин (наприклад, лікарняний).
Політика щодо академічної доброчесності	списування під час контрольних робіт та екзаменів заборонені (в т.ч. із використанням мобільних девайсів).
Політика щодо відвідування	відвідування занять є обов'язковим. За об'єктивних причин (наприклад, хвороба, міжнародне стажування) навчання може відбуватись індивідуально (в он-лайн формі за погодженням із директором ННІ)

9 Навчально-методичне забезпечення

- електронний навчальний курс навчальної дисципліни (на навчальному порталі НУБіП України eLearn;
- конспекти лекцій та їх презентації (в електронному вигляді);
- підручники, навчальні посібники, практикуми;
- методичні матеріали щодо вивчення навчальної дисципліни для здобувачів вищої освіти денної та заочної форм здобуття вищої освіти.

10 Рекомендовані джерела інформації

1. В.П.Лисенко, І.М.Болбот, В.А.Наливайко та ін. Проєктування систем автоматизації для АПК. Підручник. – К.; 2022. – 626 с.
2. В.П.Лисенко, Є.В.Чернишенко, В.М.Решетюк і др. Ідентифікація та моделювання технологічних об'єктів. Навчальний посібник. К.; АграрМедіа Груп, 2016. – 475 с.
3. Лисенко В.П., Решетюк В.М., Цигульов І.Т., Чернишенко Є.В. Основи автоматики. Підручник. К., BePrint, 2021. 557 с.
4. В.П.Лисенко, А.О.Дудник, В.О.Мірошник, А.А.Руденський, Н.А.Заєць Основні методи та методики підготовки кваліфікаційної роботи бакалавра. Навчальний посібник. К: Компрінт, 2023. – 303.
5. В.О.Мірошник, В.М.Решетюк, В.Є.Лукін, О.О.Опришко Ідентифікація та моделювання технологічних об'єктів. Навчальний посібник, -К.: Редакційно-видавничий відділ НУБіП України, 2023. – 784 с.
6. Лисенко В.П., Болбот І.М., Лендел Т.І., Наконечна К.В., Чернова І.С., Якименко І.Ю. Реалізовані алгоритми управління складними біотехнічними об'єктами. К.: Монографія. К.: Компрінт, 2024. -441 с.
7. Wikipedia [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.wikipedia.org/>.

8. Національний університет біоресурсів і природокористування України. Факультет енергетики та автоматики [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://energ.nauu.kiev.ua/>.
9. Model Technology Solutions. ModelSim VHDL [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.model.com/products/msvhdl.html>.
10. Synopsys [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.synopsys.com/>.
11. Inside Robot [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://insiderobot.blogspot.com/>.
12. Невлюдов І.Ш. Технологія програмування промислових контролерів в інтегрованому середовищі CODESYS: Навчальний посібник / І.Ш. Невлюдов, С.П. Новоселов, О.В. Сичова. – Харків: ХНУРЕ, 2019. – 264 с.
13. Пупена О. М. Розроблення людино-машинних інтерфейсів та систем збирання даних з використанням програмних засобів SCADA/HMI : навчальний посібник / О. М. Пупена. – Київ : Видавництво Ліра-К, 2020. – 594 с.
14. Pratt G. The Book of CODESYS. Industrial Automation Training, LLC, 2021. 764 p.
- 15 .Lysenko V., Lendiel T., Pavlov S., Nakonechna K. Computer vision technologies for rapid quality analysis of fermentable biomaterial. 2024 IEEE 17th International Conference on Advanced Trends in Radioelectronics, Telecommunications and Computer Engineering (TCSET), Lviv-Slavske, Ukraine, 2024. P. 1-5. DOI: 10.1109/TCSET64720.2024.10755768. <https://ieeexplore.ieee.org/document/10755768>
- 16.Лисенко В. П., Лендел Т. І., Павлов С. Г. Аналіз алгоритмів машинного навчання для прогнозування виходу біогазу. Енергетика і автоматика. 2023. № 3(67). С. 100-111. DOI: 10.31548/energiya3(67).2023.100. <https://chemengine.kpi.ua/article/view/340376>
17. Павлов С. Г., Лисенко В. П., Лендел Т. І., Наконечна К. В. Метод Харрінгтона в системі експрес-оцінки якості біосировини для зброджування. Наукові праці Національного університету харчових технологій. 2025. Т. 31, № 5. С. 63-74. DOI: 10.24263/2225-2924-2025-31-5. <https://dspace.nuft.edu.ua/server/api/core/bitstreams/8b6049f8-7948-481e-89fa-04c82ac2d048/content>