

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ
імені адмірала Макарова

Навчально-науковий інститут автоматики та електротехніки
(повна назва підрозділу)

Кафедра автоматики
(повна назва кафедри)



ЗАТВЕРДЖЕНО

Проректор з науково-педагогічної
роботи


Сергій СЛОБОДЯН

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Program of the Discipline

Комп'ютерно-інтегровані технології у виробничих системах

COMPUTER-INTEGRATED TECHNOLOGIES IN MANUFACTURING SYSTEMS

рівень вищої освіти

перший (бакалаврський)

перший (бакалаврський) / другий (магістерський)

тип дисципліни

обов'язкова

обов'язкова/вибіркова

мова(и) викладання

українська

українська/англійська

Робоча програма навчальної дисципліни

«Комп'ютерно-інтегровані технології

у виробничих системах»

(зазначається повна назва навчальної дисципліни)

є однією із складових комплексної підготовки фахівців галузі знань G «Інженерія, виробництво та будівництво»

(шифр і назва)

спеціальності G7 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка»

(шифр і назва)

освітньо-професійна програма

«Автоматика та робототехніка»

(зазначається повна назва освітньо-професійної програми)

" 11 " квітня 20 25 року. - 23 с.

Розробник: Антон ІВАНОВ, доктор філософії / к.т.н., асистент кафедри автоматики

Розробник Антон ІВАНОВ, доктор філософії / к.т.н.

Проект робочої програми навчальної дисципліни «КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНІ ТЕХНОЛОГІЇ У ВИРОБНИЧИХ СИСТЕМАХ» узгоджено з гарантом освітньої програми.

Гарант освітньої програми «АВТОМАТИКА ТА РОБОТОТЕХНІКА», Іван БІЛЮК, к.т.н., доцент, доцент кафедри автоматики

Гарант Іван БІЛЮК, к.т.н., доцент

Проект робочої програми навчальної дисципліни «КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНІ ТЕХНОЛОГІЇ У ВИРОБНИЧИХ СИСТЕМАХ» розглянуто на засіданні кафедри автоматики

Протокол № 14 від « 17 » квітня 2025 р.

Завідувач кафедри Іван БІЛЮК, к.т.н., доцент

Проект робочої програми навчальної дисципліни «КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНІ ТЕХНОЛОГІЇ У ВИРОБНИЧИХ СИСТЕМАХ» розглянуто Методичною Радою Навчально-наукового інституту автоматики та електротехніки

Протокол № 05 від « 15 » травня 2025 р.

Заступник голови Сергій НОВОГРЕЦЬКИЙ, к.т.н., доцент

Проект робочої програми навчальної дисципліни «КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНІ ТЕХНОЛОГІЇ У ВИРОБНИЧИХ СИСТЕМАХ» погоджено з навчальним відділом

Начальник відділу Андрій ЛАБАРТКАВА, к.т.н., доцент

Робоча програма навчальної дисципліни «КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНІ ТЕХНОЛОГІЇ У ВИРОБНИЧИХ СИСТЕМАХ» затверджена Навчально-методичною радою НУК

Протокол № 05 від « 21 » травня 2025 р.

Голова НМР НУК Сергій СЛОБОДЯН

ЗМІСТ

ВСТУП	4
1. Опис навчальної дисципліни.....	6
2. Мета вивчення навчальної дисципліни.....	7
3. Передумови для вивчення дисципліни	7
4. Очікувані результати навчання.....	7
5. Програма навчальної дисципліни.....	8
6. Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методи їх демонстрування	15
7. Форми поточного та підсумкового контролю	16
8. Критерії оцінювання результатів навчання	19
9. Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачає навчальна дисципліна	21
10. Рекомендовані джерела інформації	22

ВСТУП

Анотація

Навчальна дисципліна «Комп'ютерно-інтегровані технології у виробничих системах» спрямована на формування у здобувачів вищої освіти теоретичних знань і практичних навичок щодо побудови, функціонування, проєктування та використання комп'ютерно-інтегрованих технологій у сучасних виробничих системах. Дисципліна є складовою професійної підготовки фахівців з автоматизації, комп'ютерно-інтегрованих технологій та робототехніки і орієнтована на вивчення принципів інтеграції технічних засобів автоматизації, програмно-технічних комплексів, промислових контролерів, засобів людино-машинного інтерфейсу, систем збору даних, промислових мереж, баз даних та інформаційних технологій у єдину виробничу інфраструктуру.

У межах дисципліни розглядаються структура та рівні комп'ютерно-інтегрованих виробничих систем, принципи побудови багаторівневих систем керування і збору даних, взаємодія локальних засобів автоматизації з промисловими контролерами, HMI/SCADA-системами, базами даних, виробничими інформаційними системами та робототехнічними комплексами. Особлива увага приділяється питанням збору, передавання, оброблення, зберігання та візуалізації технологічних даних, а також використанню сучасних програмних і мережевих засобів для моніторингу, діагностики, аналізу та оптимізації виробничих процесів.

Дисципліна має прикладний характер і забезпечує підготовку студентів до розв'язання інженерних задач, пов'язаних із проєктуванням функціональної, технічної та інформаційної структури комп'ютерно-інтегрованих виробничих систем, вибором апаратних і програмних засобів автоматизації, організацією обміну даними між рівнями керування, розробленням засобів візуалізації, аналізом режимів роботи технологічних комплексів та прийняттям оптимальних рішень щодо розвитку автоматизованих і робототехнічних систем.

Ключові слова: автоматизація; виробничі системи; комп'ютерно-інтегровані технології; промислові контролери; HMI; SCADA; промислові мережі; бази даних; робототехнічні системи.

Abstract

The academic discipline “Computer-Integrated Technologies in Manufacturing Systems” is aimed at developing students’ theoretical knowledge and practical skills in the design, operation, implementation, and application of computer-integrated technologies in modern manufacturing systems. The discipline is a component of professional training in automation, computer-integrated technologies, and robotics and focuses on the integration of automation hardware, software and hardware control complexes, industrial controllers, human-machine interface tools, data acquisition systems, industrial networks, databases, and information technologies into a unified manufacturing infrastructure.

Within the discipline, the structure and levels of computer-integrated manufacturing systems, the principles of designing multilevel control and data acquisition systems, and the interaction of local automation devices with industrial controllers, HMI/SCADA systems,

databases, manufacturing information systems, and robotic complexes are studied. Special attention is paid to the acquisition, transmission, processing, storage, and visualization of technological data, as well as to the use of modern software and network tools for monitoring, diagnostics, analysis, and optimization of manufacturing processes.

The discipline has an applied focus and prepares students to solve engineering tasks related to the design of functional, technical, and information structures of computer-integrated manufacturing systems, selection of automation hardware and software, organization of data exchange between control levels, development of visualization tools, analysis of operating modes of technological complexes, and decision-making for the development of automated and robotic systems.

Keywords: **automation;** manufacturing systems; computer-integrated technologies; industrial controllers; HMI; SCADA; industrial networks; databases; robotic systems.

.

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність (освітньо-професійна програма), освітній рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма здобуття освіти	заочна форма здобуття освіти
Кількість кредитів – 8	Галузь знань G «Інженерія, виробництво та будівництво»	Обов'язкова	
Модулів – 2		Рік підготовки	
Змістових модулів – 8		3-й	–
Електронний адрес РПНД на сайті Університету https://nuos.edu.ua/studentu/polozhennya-nuk/opis-opp/opp-avtomatika-ta-robotehnika-bakalavr/	Спеціальність G7 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка» Освітньо-професійна програма «Автоматика та робототехніка»	Семестри	
Індивідуальне науково-дослідне завдання (не передбачено)		5-ий, 6-ий	–
		Лекції	
		5-ий – 30 год.; 6-ий – 30 год.	–
		Практичні	
		5-ий – 15 год.; 6-ий – 15 год.	–
		Лабораторні	
Загальна кількість годин – 240		5-ий – 15 год.; 6-ий – 15 год.	–
Тижневих годин для денної форми здобуття освіти: аудиторних – 8; самостійної роботи студента – 8	Освітній рівень перший (бакалаврський)	Самостійна робота	
		120 год.: 5-ий – 30 год.; 6-ий – 90 год.	–
		Індивідуальне завдання	
		–	–
		Вид контролю	
		5-ий – залік; 6-ий – іспит	–
		Форма контролю	
	комбінована	–	

2. Мета вивчення навчальної дисципліни

Метою вивчення навчальної дисципліни «КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНІ ТЕХНОЛОГІЇ У ВИРОБНИЧИХ СИСТЕМАХ» є формування у здобувачів вищої освіти теоретичних знань і практичних навичок щодо принципів побудови, проєктування, впровадження та експлуатації комп'ютерно-інтегрованих технологій у виробничих системах, а також використання сучасних програмно-технічних засобів автоматизації, промислових мереж, систем збору даних, HMI/SCADA-систем, баз даних і робототехнічних комплексів.

Дисципліна спрямована на підготовку студентів до розроблення функціональної, технічної та інформаційної структури виробничих систем, організації обміну даними між рівнями керування, вибору технічних і програмних засобів автоматизації, створення засобів візуалізації технологічних параметрів, аналізу виробничої інформації та прийняття обґрунтованих інженерних рішень під час проєктування й розвитку автоматизованих і робототехнічних систем.

Метою вивчення навчальної дисципліни є формування у студентів відповідно до освітньо-професійної програми таких компетентностей:

ЗК 1. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК 5. Здатність до пошуку, опрацювання та аналізу інформації з різних джерел.

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.

ФК 12. Здатність збирати та інтерпретувати інформацію, обирати методи та інструментальні засоби для розв'язання складних професійних задач у сфері автоматики та роботехніки.

ФК 14. Здатність розробляти функціональну, технічну та інформаційну структуру систем керування технологічними об'єктами та комплексами із застосуванням мережових та інформаційних технологій, програмно-технічних керуючих комплексів, промислових контролерів, мехатронних компонентів, робототехнічних пристроїв та засобів людино-машинного інтерфейсу.

3. Передумови для вивчення дисципліни

Передумовами для вивчення дисципліни є попереднє вивчення навчальних дисциплін «Основи інформаційних технологій та програмування» та «Програмовані логічні контролери у робототехніці».

4. Очікувані результати навчання

Вивчення навчальної дисципліни передбачає формування та розвиток у студентів таких результатів навчання:

ПРН 9. Вміти проєктувати багаторівневі системи керування і збору даних для формування бази параметрів процесу та їх візуалізації за допомогою засобів людино-машинного інтерфейсу, використовуючи новітні комп'ютерно-інтегровані технології.

ПРН 18. Розв'язувати складні спеціалізовані задачі з проєктування та технічного обслуговування систем керування технологічними комплексами та робототехнічними системами.

ПРН 19. Уміти приймати оптимальні рішення під час вирішення завдань з розвитку робототехнічних систем.

5. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1. Основи комп'ютерно-інтегрованих виробничих систем

Змістовий модуль 1. Концепція комп'ютерно-інтегрованого виробництва

Тема 1. Вступ до комп'ютерно-інтегрованих технологій у виробничих системах [1, с. 1–25; 2, с. 5–15].

Тема 2. Структура та рівні комп'ютерно-інтегрованих виробничих систем [1, с. 26–55; 2, с. 16–30].

Тема 3. Автоматизовані виробничі системи та їх місце у комп'ютерно-інтегрованому виробництві [1, с. 56–90; 6, с. 120–150].

Тема 4. Виробничі процеси як об'єкти комп'ютерної інтеграції [1, с. 91–120; 3, с. 5–20].

Тема 5. Життєвий цикл комп'ютерно-інтегрованої виробничої системи [2, с. 31–50; 3, с. 21–35].

Змістовий модуль 2. Технічні засоби комп'ютерно-інтегрованих систем

Тема 6. Промислові контролери у складі комп'ютерно-інтегрованих виробничих систем [5, с. 35–70; 6, с. 85–120].

Тема 7. Датчики, виконавчі механізми та пристрої введення-виведення у виробничих системах [5, с. 71–110; 6, с. 121–155].

Тема 8. Програмно-технічні комплекси керування технологічними об'єктами [2, с. 51–75; 4, с. 10–30].

Тема 9. Робототехнічні та мехатронні пристрої у комп'ютерно-інтегрованому виробництві [1, с. 121–150; 6, с. 156–190].

Тема 10. Технічна структура автоматизованої виробничої ділянки [2, с. 76–100; 3, с. 36–50].

Змістовий модуль 3. Промислові мережі та обмін даними

Тема 11. Принципи обміну даними у комп'ютерно-інтегрованих виробничих системах [4, с. 31–45; 8, с. 1–25].

Тема 12. Промислові мережі та інтерфейси передавання даних [4, с. 46–65; 8, с. 26–55].

Тема 13. Протоколи промислової автоматизації та їх застосування у виробничих системах [4, с. 66–80; 8, с. 56–90].

Тема 14. OPC UA як засіб інформаційної інтеграції виробничих систем [7, с. 1–35; 3, с. 51–65].

Тема 15. Організація взаємодії між ПЛК, HMI, SCADA та виробничим обладнанням [2, с. 101–120; 5, с. 145–180].

Модуль 2. Інформаційна інтеграція, моніторинг і розвиток виробничих систем

Змістовий модуль 4. HMI/SCADA-системи у виробничих системах

Тема 16. Людино-машинний інтерфейс у комп'ютерно-інтегрованих виробничих системах [2, с. 121–135; 5, с. 181–210].

Тема 17. SCADA-системи: призначення, структура та функції [4, с. 81–94; 8, с. 91–120].

Тема 18. Розроблення засобів візуалізації технологічних параметрів [2, с. 136–155; 3, с. 66–83].

Змістовий модуль 5. Збір, оброблення та зберігання виробничих даних

Тема 19. Системи збору даних у виробничих комплексах [3, с. 36–55; 4, с. 31–50].

Тема 20. Бази даних технологічних параметрів виробничого процесу [2, с. 120–145; 3, с. 56–70].

Тема 21. Оброблення, архівування та аналіз виробничої інформації [3, с. 71–83; 4, с. 51–70].

Змістовий модуль 6. Інтеграція рівнів керування виробництвом

Тема 22. Багаторівневі системи керування виробництвом [1, с. 151–185; 2, с. 101–120].

Тема 23. Інтеграція рівнів керування за моделлю ISA-95 / IEC 62264 [2, с. 121–145; 7, с. 36–65].

Тема 24. Взаємодія виробничого обладнання з MES та ERP-системами [1, с. 186–220; 7, с. 66–95].

Змістовий модуль 7. Моделювання, діагностика та оптимізація виробничих систем

Тема 25. Моделювання комп'ютерно-інтегрованих виробничих систем [1, с. 221–260; 2, с. 146–155].

Тема 26. Діагностика стану технологічних комплексів та робототехнічних систем [3, с. 21–45; 4, с. 71–94].

Тема 27. Оптимізація роботи виробничих систем на основі даних [1, с. 261–300; 4, с. 50–80].

Змістовий модуль 8. Сучасні напрями розвитку комп'ютерно-інтегрованих технологій

Тема 28. Індустрія 4.0 та промисловий інтернет речей у виробничих системах [9, с. 1–40; 10, с. 1–35].

Тема 29. Цифрові двійники, кіберфізичні системи та інтелектуальне виробництво [9, с. 41–85; 10, с. 36–75].

Тема 30. Кібербезпека, надійність і перспективи розвитку комп'ютерно-інтегрованих виробничих систем [8, с. 121–160; 9, с. 86–130].

Тематичний план навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин									
	денна форма здобуття освіти					заочна форма здобуття освіти				
	усього	у тому числі				усього	у тому числі			
		лек.	пр.	лаб.	с.р.		лек.	пр.	лаб.	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Модуль 1. Основи комп'ютерно-інтегрованих виробничих систем										
Змістовий модуль 1. Концепція комп'ютерно-інтегрованого виробництва										
Тема 1. Вступ до комп'ютерно-інтегрованих технологій у виробничих системах	4	2	-	-	2	-	-	-	-	-
Тема 2. Структура та рівні комп'ютерно-інтегрованих виробничих систем	4	2	-	-	2	-	-	-	-	-
Тема 3. Автоматизовані виробничі системи та їх місце у комп'ютерно-інтегрованому виробництві	6	2	2	-	2	-	-	-	-	-
Тема 4. Виробничі процеси як об'єкти комп'ютерної інтеграції	6	2	-	2	2	-	-	-	-	-
Тема 5. Життєвий цикл комп'ютерно-інтегрованої виробничої системи	10	2	3	3	2	-	-	-	-	-
<i>Разом за змістовим модулем 1</i>	30	10	5	5	10	-	-	-	-	-
Змістовий модуль 2. Технічні засоби комп'ютерно-інтегрованих систем										
Тема 6. Промислові контролери у складі комп'ютерно-інтегрованих виробничих систем	4	2	-	-	2	-	-	-	-	-
Тема 7. Датчики, виконавчі механізми та пристрої введення-виведення у виробничих системах	4	2	-	-	2	-	-	-	-	-
Тема 8. Програмно-технічні комплекси керування технологічними об'єктами	6	2	2	-	2	-	-	-	-	-
Тема 9. Робототехнічні та мехатронні пристрої у комп'ютерно-інтегрованому виробництві	6	2	-	2	2	-	-	-	-	-
Тема 10. Технічна структура автоматизованої виробничої ділянки	10	2	3	3	2	-	-	-	-	-
<i>Разом за змістовим модулем 2</i>	30	10	5	5	10	-	-	-	-	-
Змістовий модуль 3. Промислові мережі та обмін даними										
Тема 11. Принципи обміну даними у комп'ютерно-інтегрованих виробничих системах	4	2	-	-	2	-	-	-	-	-

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин									
	денна форма здобуття освіти					заочна форма здобуття освіти				
	усього	у тому числі				усього	у тому числі			
		лек.	пр.	лаб.	с.р.		лек.	пр.	лаб.	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Тема 12. Промислові мережі та інтерфейси передавання даних	4	2	-	-	2	-	-	-	-	-
Тема 13. Протоколи промислової автоматизації та їх застосування у виробничих системах	6	2	2	-	2	-	-	-	-	-
Тема 14. OPC UA як засіб інформаційної інтеграції виробничих систем	6	2	-	2	2	-	-	-	-	-
Тема 15. Організація взаємодії між ПЛК, HMI, SCADA та виробничим обладнанням	10	2	3	3	2	-	-	-	-	-
<i>Разом за змістовим модулем 3</i>	30	10	5	5	10	-	-	-	-	-
<i>Разом за модулем 1</i>	90	30	15	15	30	-	-	-	-	-
Модуль 2. Інформаційна інтеграція, моніторинг і розвиток виробничих систем										
Змістовий модуль 4. HMI/SCADA-системи у виробничих системах										
Тема 16. Людино-машинний інтерфейс у комп'ютерно-інтегрованих виробничих системах	8	2	-	-	6	-	-	-	-	-
Тема 17. SCADA-системи: призначення, структура та функції	11	2	3	-	6	-	-	-	-	-
Тема 18. Розроблення засобів візуалізації технологічних параметрів	11	2	-	3	6	-	-	-	-	-
<i>Разом за змістовим модулем 4</i>	30	6	3	3	18	-	-	-	-	-
Змістовий модуль 5. Збір, оброблення та зберігання виробничих даних										
Тема 19. Системи збору даних у виробничих комплексах	8	2	-	-	6	-	-	-	-	-
Тема 20. Бази даних технологічних параметрів виробничого процесу	11	2	3	-	6	-	-	-	-	-
Тема 21. Оброблення, архівування та аналіз виробничої інформації	11	2	-	3	6	-	-	-	-	-
<i>Разом за змістовим модулем 5</i>	30	6	3	3	18	-	-	-	-	-
Змістовий модуль 6. Інтеграція рівнів керування виробництвом										
Тема 22. Багаторівневі системи керування виробництвом	8	2	-	-	6	-	-	-	-	-
Тема 23. Інтеграція рівнів керування за моделлю ISA-95 / IEC 62264	11	2	3	-	6	-	-	-	-	-
Тема 24. Взаємодія виробничого обладнання з MES та ERP-системами	11	2	-	3	6	-	-	-	-	-
<i>Разом за змістовим модулем 6</i>	30	6	3	3	18	-	-	-	-	-

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин									
	денна форма здобуття освіти					заочна форма здобуття освіти				
	усього	у тому числі				усього	у тому числі			
		лек.	пр.	лаб.	с.р.		лек.	пр.	лаб.	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Змістовий модуль 7. Моделювання, діагностика та оптимізація виробничих систем										
Тема 25. Моделювання комп'ютерно-інтегрованих виробничих систем	8	2	-	-	6	-	-	-	-	-
Тема 26. Діагностика стану технологічних комплексів та робототехнічних систем	11	2	3	-	6	-	-	-	-	-
Тема 27. Оптимізація роботи виробничих систем на основі даних	11	2	-	3	6	-	-	-	-	-
<i>Разом за змістовим модулем 7</i>	30	6	3	3	18	-	-	-	-	-
Змістовий модуль 8. Сучасні напрями розвитку комп'ютерно-інтегрованих технологій										
Тема 28. Індустрія 4.0 та промисловий інтернет речей у виробничих системах	8	2	-	-	6	-	-	-	-	-
Тема 29. Цифрові двійники, кіберфізичні системи та інтелектуальне виробництво	11	2	3	-	6	-	-	-	-	-
Тема 30. Кібербезпека, надійність і перспективи розвитку комп'ютерно-інтегрованих виробничих систем	11	2	-	3	6	-	-	-	-	-
<i>Разом за змістовим модулем 8</i>	30	6	3	3	18	-	-	-	-	-
<i>Разом за модулем 2</i>	150	30	15	15	90	-	-	-	-	-
<i>Усього годин</i>	240	60	30	30	120	-	-	-	-	-
<i>Разом за курсом</i>	240	60	30	30	120	-	-	-	-	-

Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма здобуття освіти	Заочна форма здобуття освіти
1	Аналіз структури комп'ютерно-інтегрованої виробничої системи та визначення її основних рівнів керування [1, с. 26–55; 2, с. 16–30]	2	-
2	Розроблення структурної схеми автоматизованої виробничої системи з урахуванням життєвого циклу її функціонування [1, с. 91–120; 2, с. 31–50]	2	-
3	Вибір промислового контролера, модулів введення-виведення, датчиків і виконавчих механізмів для виробничої дільниці [5, с. 35–110; 6, с. 85–155]	2	-
4	Розроблення технічної структури автоматизованої виробничої дільниці з використанням програмно-технічних комплексів [2, с. 76–100; 3, с. 36–50]	3	-
5	Побудова схеми обміну даними між елементами комп'ютерно-інтегрованої виробничої системи [4, с. 31–45; 8, с. 1–25]	3	-
6	Аналіз промислових мереж, інтерфейсів і протоколів передавання даних у виробничих системах [4, с. 46–80; 8, с. 26–90]	3	-
7	Розроблення структури HMI/SCADA-системи для моніторингу виробничого процесу [2, с. 121–135; 4, с. 81–94]	3	-
8	Формування структури бази даних технологічних параметрів виробничого процесу [2, с. 120–145; 3, с. 56–70]	3	-
9	Аналіз інтеграції рівнів керування виробництвом за моделлю ISA-95 / IEC 62264 [2, с. 121–145; 7, с. 36–65]	3	-
10	Розроблення алгоритму діагностики стану технологічного комплексу або робототехнічної системи [3, с. 21–45; 4, с. 71–94]	3	-
11	Аналіз застосування технологій Індустрії 4.0, цифрових двійників і промислового інтернету речей у виробничих системах [9, с. 1–85; 10, с. 1–75]	3	-
	Разом	30	-

Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма здобуття освіти	Заочна форма здобуття освіти
1	Дослідження структури комп'ютерно-інтегрованої виробничої системи та формування переліку контрольованих технологічних параметрів [1, с. 91–120; 3, с. 5–20]	2	-

2	Розроблення інформаційної моделі виробничої ділянки з визначенням потоків даних між обладнанням, контролерами та операторським рівнем [1, с. 26–55; 2, с. 16–30]	2	-
3	Налаштування взаємодії датчиків, виконавчих механізмів і промислового контролера у складі автоматизованої виробничої системи [5, с. 71–110; 6, с. 121–155]	2	-
4	Моделювання технічної структури автоматизованої виробничої ділянки з використанням програмно-технічних засобів керування [2, с. 76–100; 3, с. 36–50]	3	-
5	Налаштування обміну даними між елементами виробничої системи з використанням промислових мереж і протоколів [4, с. 46–80; 8, с. 26–90]	3	-
6	Організація інформаційної взаємодії між ПЛК, HMI/SCADA та виробничим обладнанням [2, с. 101–120; 5, с. 145–180]	3	-
7	Розроблення HMI/SCADA-екранів для візуалізації технологічних параметрів виробничого процесу [2, с. 136–155; 3, с. 66–83]	3	-
8	Створення структури бази даних технологічних параметрів та організація зберігання виробничої інформації [2, с. 120–145; 3, с. 56–70]	3	-
9	Моделювання інтеграції виробничого обладнання з MES-рівнем за принципами ISA-95 / IEC 62264 [1, с. 186–220; 7, с. 36–95]	3	-
10	Діагностика стану комп'ютерно-інтегрованої виробничої системи на основі аналізу технологічних даних [3, с. 21–45; 4, с. 71–94]	3	-
11	Моделювання сценаріїв відмов, аварійних режимів і заходів кіберзахисту в комп'ютерно-інтегрованій виробничій системі [8, с. 121–160; 9, с. 86–130]	3	-
Разом		30	-

Самостійна робота

Розподіл годин самостійної роботи для студентів денної форми здобуття освіти:

- підготовка до лекційних занять – *0,5 год/1 год. занять (1 година на 1 лекцію)*;
- підготовка до практичних занять – *1-2 год/1 заняття*;
- підготовка до лабораторних робіт – *2-3 год/1 робота*;
- підготовка до контрольних заходів – *(15-30) год. на 1 захід*.

Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма здобуття освіти	Заочна форма здобуття освіти
1	Підготовка до лекційних занять	30	-
2	Підготовка до практичних занять	20	-
3	Підготовка до лабораторних робіт	25	-
4	Самостійне опрацювання окремих питань дисципліни, аналіз практичних ситуацій, робота з рекомендованою літературою, стандартами, технічною документацією та інформаційними ресурсами	30	-
5	Підготовка до заліку у 5-му семестрі	5	-
6	Підготовка до іспиту у 6-му семестрі	10	-
	Разом	120	-

Індивідуальне науково-дослідне завдання

Не передбачено.

6. Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методи їх демонстрування

Методи навчання:

- робота з літературою;
- пояснення;
- демонстрування;
- лекція;
- бесіда;
- ілюстрування;
- відеометод;
- дискусія;
- вправа;
- лабораторна робота;
- практична робота;
- інструктаж;
- спостереження;
- проблемний виклад навчального матеріалу;
- частково-пошуковий метод;
- контрольні роботи;
- контрольні тестові роботи програмованого типу;
- лабораторний контроль;
- графічна перевірка.

Засобами діагностики результатів навчання та методами їх демонстрування є:

- усні відповіді здобувачів вищої освіти;
- виконання практичних завдань;
- виконання та захист лабораторних робіт;
- контрольні роботи;
- поточний модульний контроль;

- стандартизовані тести;
- залік;
- іспит;
- аналітичні звіти за результатами виконання практичних і лабораторних робіт;
- розроблення структурних схем комп'ютерно-інтегрованих виробничих систем;
- розроблення схем обміну даними між рівнями керування виробництвом;
- створення інформаційних моделей виробничих дільниць;
- розроблення HMI/SCADA-екранів для візуалізації технологічних параметрів;
- створення структури бази даних технологічних параметрів;
- моделювання інформаційної взаємодії між ПЛК, HMI/SCADA, виробничим обладнанням та MES-рівнем;
- презентації результатів виконаних завдань та досліджень.

7. Форми поточного та підсумкового контролю

Досягнення здобувача вищої освіти з навчальної дисципліни «Комп'ютерно-інтегровані технології у виробничих системах» оцінюються за 100-бальною системою Університету.

Навчальна дисципліна вивчається упродовж двох семестрів. У **5-му семестрі** підсумковий контроль проводиться у формі **заліку**, у **6-му семестрі** – у формі **іспиту**. Форма контролю – **комбінована**, що передбачає оцінювання виконання практичних завдань, лабораторних робіт, поточного модульного контролю, заліку та іспиту.

Поточний контроль проводиться під час лекційних, практичних і лабораторних занять, а також за результатами виконання завдань самостійної роботи. Він передбачає оцінювання рівня теоретичної підготовки здобувачів вищої освіти, умінь аналізувати структуру комп'ютерно-інтегрованих виробничих систем, розробляти схеми обміну даними, формувати інформаційні моделі виробничих дільниць, працювати з HMI/SCADA-системами, базами даних технологічних параметрів, промисловими мережами та засобами інтеграції виробничого обладнання.

У **5-му семестрі** підсумкова оцінка формується за результатами поточного контролю і заліку. Максимальна кількість балів – **100 балів**. Залік виставляється за умови виконання здобувачем передбачених практичних і лабораторних робіт, завдань самостійної роботи та проходження поточного модульного контролю.

У **6-му семестрі** підсумкова оцінка включає результати поточного контролю протягом семестру та результати підсумкового контролю у формі іспиту. Поточний контроль становить **60 балів**, підсумковий контроль – **40 балів**. Підсумкова оцінка є сумою балів, отриманих здобувачем вищої освіти за всі види навчальної діяльності.

Форми контролю результатів навчальної діяльності студентів та їх оцінювання

Лабораторна робота	Критерії оцінювання
4	Лабораторна робота виконана повністю, самостійно та у встановлений термін. Студент правильно виконує поставлене завдання, коректно використовує програмне середовище, створює або налаштовує модель комп'ютерно-інтегрованої виробничої системи, інформаційну модель, схему обміну даними, HMI/SCADA-екрани, базу даних технологічних параметрів або засоби діагностики. Результати роботи перевірені, пояснені та технічно обґрунтовані. Звіт оформлений відповідно до вимог, містить мету, хід

Лабораторна робота	Критерії оцінювання
	роботи, результати, схеми або фрагменти налаштувань, аналіз отриманих даних і висновки.
3	Лабораторна робота виконана у встановлений термін, основна частина завдання реалізована правильно. Студент у цілому правильно використовує програмні засоби, виконує моделювання, налаштування або аналіз виробничої системи, але допускає окремі неточності у структурі моделі, схемі обміну даними, налаштуванні параметрів, оформленні результатів або формулюванні висновків. Звіт достатній, але потребує незначного доопрацювання.
2	Лабораторна робота виконана частково або з порушенням встановленого терміну. Студент розуміє загальний принцип виконання завдання, але допускає помилки під час побудови моделі, налаштування інформаційної взаємодії, створення HMI/SCADA-екранів, формування бази даних, аналізу технологічних параметрів або діагностики стану системи. Звіт має суттєві недоліки, результати перевірки неповні, висновки поверхові або містять неточності.
1	Лабораторна робота виконана фрагментарно. Студент виконує окремі операції лише за зразком або після консультації викладача, не може повністю пояснити логіку побудови моделі, структуру інформаційних потоків, призначення використаних засобів або отримані результати. Звіт неповний, висновки відсутні або формальні.
0	Лабораторна робота не виконана або виконана з грубими помилками, що не дозволяють оцінити досягнення результатів навчання. Студент не подав звіт, не продемонстрував результат виконання роботи або не може пояснити виконане завдання.
	<i>Оцінювання лабораторних робіт здійснюється з урахуванням їх тривалості та складності. Максимальна оцінка студента за виконання та захист лабораторних робіт у межах семестру – 20 балів.</i> <i>Для 5-го семестру: лабораторна робота № 1 – 2 бали, лабораторні роботи № 3 і № 5 – по 3 бали, лабораторні роботи № 2, № 4 і № 6 – по 4 бали. Загальна максимальна кількість балів – 20 балів.</i> <i>Для 6-го семестру: лабораторні роботи № 7–11 оцінюються за 4-бальною шкалою: 5 робіт по 4 бали = 20 балів.</i>

Практичне заняття	Критерії оцінювання
5	Практична робота виконана повністю, самостійно та у встановлений термін. Студент правильно аналізує умову завдання, визначає структуру комп'ютерно-інтегрованої виробничої системи, обґрунтовує вибір технічних і програмних засобів, коректно розробляє структурні схеми, схеми обміну даними, інформаційні моделі, структури HMI/SCADA або баз даних технологічних параметрів. Результати оформлені відповідно до вимог, висновки є повними та технічно обґрунтованими.
4	Практична робота виконана у встановлений термін, основна частина завдання реалізована правильно. Студент у цілому правильно аналізує виробничу систему, визначає її основні складові, формує схеми, моделі або алгоритми, але допускає окремі неточності у виборі технічних засобів, описі інформаційних потоків, оформленні результатів або формулюванні висновків.
3	Практична робота виконана частково або з незначним порушенням

Практичне заняття	Критерії оцінювання
	встановленого терміну. Студент розуміє загальну логіку задачі, але допускає помилки під час аналізу структури виробничої системи, вибору засобів автоматизації, побудови схем обміну даними, формування інформаційної моделі, структури HMI/SCADA або бази даних. Звіт містить неточності, висновки неповні.
2	Практична робота виконана фрагментарно. Студент виконує окремі елементи завдання за зразком або після консультації викладача, не може повністю обґрунтувати вибір технічної чи інформаційної структури системи, допускає суттєві помилки у схемах, моделях, алгоритмах або поясненні результатів. Оформлення має значні недоліки.
1	Практична робота виконана на мінімальному рівні. Студент подав лише окремі елементи завдання, які не утворюють цілісного розв'язання. Логіка побудови комп'ютерно-інтегрованої виробничої системи, схема обміну даними, інформаційна модель або інші результати роботи мають істотні помилки. Пояснення неповне або формальне.
0	Практична робота не виконана або виконана з грубими помилками, що не дозволяють оцінити досягнення результатів навчання. Студент не подав результат виконання роботи або не може пояснити логіку запропонованого рішення.
	Максимальна оцінка студента за даний компонент програми в межах семестру — 30 балів. Для 5-го семестру: практичні роботи № 1–6 оцінюються за 5-бальною шкалою з подальшим приведенням до 30 балів: 6 робіт по 5 балів = 30 балів. Для 6-го семестру: практичні роботи № 7–11 оцінюються за 5-бальною шкалою з подальшим приведенням до 30 балів: 5 робіт по 5 балів = 25 балів з подальшим приведенням до 30 балів.

Поточний модульний контроль у формі тестування

Правильних відповідей, %	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	Менше 10
Бал	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0

Форма контролю	Максимальна кількість балів	
	Денна форма здобуття освіти	Заочна форма здобуття освіти
Виконання практичних завдань	5-й семестр: 6 робіт по 5 балів = 30 балів; 6-й семестр: 5 робіт по 5 балів = 25 балів з подальшим приведенням до 30 балів	-
Виконання та захист лабораторних робіт	5-й семестр: лабораторні роботи № 1–6 = 20 балів; 6-й семестр: 5 робіт по 4 бали = 20 балів	-
Поточний модульний контроль	10 балів	-
Всього за поточний контроль	60 балів	-
Підсумковий контроль	5-й семестр — залік: 40 балів; 6-й семестр — іспит: 40 балів	-
Разом	100 балів	-

8. Критерії оцінювання результатів навчання

Розподіл балів за 5-й семестр

		Денна форма здобуття освіти		Заочна форма здобуття освіти	
		Вид роботи	Кількість балів	Вид роботи	Кількість балів
ЗМ1	Т1– Т5	Практичні роботи № 1-2	10	-	-
		Лабораторні роботи № 1-2	6	-	-
ЗМ2	Т6 – Т10	Практичні роботи № 3-4	10	-	-
		Лабораторні роботи № 3-4	7	-	-
ЗМ3	Т11 – Т15	Практичні роботи № 5-6	10	-	-
		Лабораторні роботи № 5-6	7	-	-
ПМК		Поточний модульний контроль у формі тестування	10	-	-
Підсумковий контроль		Залік	40	-	-
Сума			100	-	-

Розподіл балів за 6-й семестр

		Денна форма здобуття освіти		Заочна форма здобуття освіти	
		Вид роботи	Кількість балів	Вид роботи	Кількість балів
ЗМ4	T16 – T18	Практична робота № 7	6	-	-
		Лабораторна робота № 7	4	-	-
ЗМ5	T19 – T21	Практична робота № 8	6	-	-
		Лабораторна робота № 8	4	-	-
ЗМ6	T22 – T24	Практична робота № 9	6	-	-
		Лабораторна робота № 9	4	-	-
ЗМ7	T25 – T27	Практична робота № 10	6	-	-
		Лабораторна робота № 10	4	-	-
ЗМ8	T28 – T30	Практична робота № 11	6	-	-
		Лабораторна робота № 11	4	-	-
ПМК		Поточний модульний контроль у формі тестування	10	-	-
Підсумковий контроль		Іспит	40	-	-
Сума			100	-	-

Критерії оцінювання заліку

Бали	Критерії оцінювання
36–40	Студент демонструє повне й системне розуміння основ комп'ютерно-інтегрованих виробничих систем, їх структури, рівнів керування, технічних засобів, промислових контролерів, датчиків, виконавчих механізмів, промислових мереж і засобів обміну даними. Уміє пояснювати принципи побудови технічної та інформаційної структури виробничої системи, обґрунтовує вибір засобів автоматизації, коректно використовує фахову термінологію, наводить приклади практичного застосування.
30–35	Студент загалом правильно розкриває зміст основних питань дисципліни, розуміє структуру комп'ютерно-інтегрованої виробничої системи, призначення її основних компонентів, принципи взаємодії контролерів, датчиків, виконавчих механізмів і мережевих засобів. Допускає окремі неточності у формулюваннях або прикладах, але загальна логіка відповіді правильна.
24–29	Студент володіє базовими знаннями з дисципліни, але відповідь є неповною. Розуміє загальне призначення комп'ютерно-інтегрованих технологій, однак допускає помилки під час пояснення структури виробничої системи, принципів обміну даними, вибору технічних засобів або ролі промислових контролерів у системі керування.
16–23	Студент демонструє фрагментарні знання. Відповідь містить суттєві помилки, поняття розкриті поверхово, зв'язок між елементами комп'ютерно-інтегрованої виробничої системи пояснено неповно або неправильно. Практичне застосування матеріалу викликає значні труднощі.
1–15	Студент має значні прогалини у знаннях, не може коректно пояснити основні поняття дисципліни, структуру виробничої системи, призначення технічних засобів автоматизації, промислових мереж або засобів обміну даними. Відповідь несистемна, містить грубі помилки.
0	Студент не надав відповіді, не з'явився на залік або відповідь не відповідає змісту поставленого питання.

Критерії оцінювання теоретичної частини іспиту

Бали	Критерії оцінювання
18–20	Студент надає повну, логічну, технічно грамотну та аргументовану відповідь. Демонструє глибоке розуміння принципів побудови комп'ютерно-інтегрованих виробничих систем, багаторівневих систем керування, HMI/SCADA-систем, промислових мереж, баз даних технологічних параметрів, інформаційної інтеграції рівнів виробництва, моделі ISA-95 / IEC 62264, засобів збору, оброблення, зберігання та візуалізації виробничих даних. Коректно використовує фахову термінологію та наводить обґрунтовані приклади практичного застосування.
14–17	Відповідь загалом правильна та достатньо повна. Студент розуміє основні поняття дисципліни, пояснює структуру комп'ютерно-інтегрованої виробничої системи, призначення її основних компонентів, принципи обміну даними, роль ПЛК, HMI/SCADA, баз даних і промислових мереж, але допускає окремі неточності у формулюваннях, прикладах або поясненні технічних рішень.
10–13	Відповідь частково правильна. Студент володіє базовими поняттями, але допускає помилки під час пояснення структури виробничої системи, рівнів керування, принципів інформаційної інтеграції, взаємодії ПЛК, HMI/SCADA та виробничого обладнання. Приклади наведені неповно або без достатнього технічного обґрунтування.
6–9	Відповідь неповна, фрагментарна, містить суттєві помилки. Студент демонструє лише окремі знання з теми, недостатньо розуміє взаємозв'язок між технічними,

Бали	Критерії оцінювання
	програмними та інформаційними компонентами комп'ютерно-інтегрованої виробничої системи.
1–5	Відповідь має значну кількість грубих помилок. Студент не може коректно пояснити основні поняття дисципліни, структуру комп'ютерно-інтегрованої виробничої системи, призначення HMI/SCADA, промислових мереж, баз даних або засобів інтеграції виробничого обладнання.
0	Відповідь відсутня або не відповідає змісту поставленого питання.

Критерії оцінювання практичної частини іспиту

Бали	Критерії оцінювання
18–20	Практичне завдання виконане повністю та правильно. Студент коректно аналізує умову завдання, визначає структуру комп'ютерно-інтегрованої виробничої системи, обґрунтовує вибір технічних і програмних засобів, розробляє структурну схему, схему обміну даними, інформаційну модель, структуру HMI/SCADA або бази даних технологічних параметрів. Прийняті рішення технічно обґрунтовані, логіка побудови системи пояснена повністю.
14–17	Практичне завдання виконане переважно правильно. Основна структура рішення сформована, студент правильно визначає більшість елементів системи, інформаційних потоків і засобів інтеграції, але допускає окремі неточності у схемах, виборі технічних засобів, описі взаємодії між рівнями керування або поясненні результатів.
10–13	Практичне завдання виконане частково. Студент розуміє загальну логіку задачі, але допускає помилки під час побудови структурної схеми, формування інформаційної моделі, вибору промислових мереж, організації обміну даними, розроблення HMI/SCADA-рішення або структури бази даних.
6–9	Практичне завдання виконане фрагментарно. Рішення неповне, схема або модель містить суттєві помилки, взаємозв'язки між елементами виробничої системи пояснені недостатньо або неправильно.
1–5	Практичне завдання майже не виконане. Студент наводить лише окремі елементи схеми, моделі або опису без цілісного розв'язання задачі. Технічне обґрунтування відсутнє або формальне.
0	Практичне завдання не виконане або виконане неправильно.

9. Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачає навчальна дисципліна

1. Електронний навчально-методичний комплекс дисципліни: конспекти лекцій, презентаційні матеріали, навчальні посібники, методичні рекомендації, довідкові матеріали з комп'ютерно-інтегрованих технологій, промислових мереж, HMI/SCADA-систем, баз даних та стандартів інформаційної інтеграції виробничих систем.

2. Методичні вказівки та інструкції до виконання практичних і лабораторних робіт в електронному вигляді.

3. Програмне забезпечення для моделювання, проектування та аналізу комп'ютерно-інтегрованих виробничих систем, створення структурних схем, інформаційних моделей, схем обміну даними та моделей виробничих процесів.

4. Програмне забезпечення для роботи з промисловими контролерами, HMI/SCADA-системами, засобами збору, передавання, оброблення, зберігання та візуалізації технологічних параметрів виробничих систем.

5. Програмні засоби для створення та опрацювання баз даних технологічних параметрів, архівування виробничої інформації, аналізу даних і формування звітів щодо роботи

технологічних комплексів.

6. Програмні засоби або емулятори для моделювання інформаційної взаємодії між ПЛК, HMI/SCADA, виробничим обладнанням, датчиками, виконавчими механізмами та рівнями керування виробництвом.

7. Лабораторні стенди або віртуальні навчальні моделі для дослідження комп'ютерно-інтегрованих виробничих систем, промислових контролерів, робототехнічних пристроїв, сенсорів, приводів, виконавчих механізмів і засобів людино-машинного інтерфейсу.

8. Персональні комп'ютери для виконання практичних і лабораторних завдань, моделювання виробничих систем, розроблення структурних схем, створення HMI/SCADA-екранів, формування баз даних, підготовки звітів і презентаційних матеріалів.

9. Засоби підключення, налаштування та діагностики обладнання: інтерфейси зв'язку, кабелі, програматори, мережеве обладнання, модулі введення-виведення, діагностичні інструменти та засоби перевірки інформаційного обміну.

10. Мультимедійне обладнання для демонстрації лекційного матеріалу, структурних і функціональних схем, прикладів комп'ютерно-інтегрованих виробничих систем, HMI/SCADA-інтерфейсів, промислових мереж, баз даних та результатів моделювання.

11. Доступ до мережі Інтернет для роботи з технічною документацією, електронними бібліотеками, стандартами, інформаційними ресурсами, онлайн-довідниками, документацією виробників обладнання та програмного забезпечення.

10. Рекомендовані джерела інформації

Основна література

1. Groover M. P. Automation, Production Systems, and Computer-Integrated Manufacturing. – 5th ed. – Pearson, 2015.
2. Основи проектування комп'ютерно-інтегрованих технологічних комплексів. Комп'ютерний практикум [Електронний ресурс] : навчальний посібник для здобувачів ступеня бакалавра за спеціальністю 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: Я. Ю. Жураковський, Є. С. Черьопкін. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. – 155 с.
3. Експлуатація комп'ютерно-інтегрованих технологічних комплексів. Комп'ютерний практикум [Електронний ресурс] : навчальний посібник для здобувачів ступеня бакалавра за спеціальністю 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: Я. Ю. Жураковський, М. С. Піргач. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. – 83 с.
4. Сучасні комп'ютерно-інформаційні технології у розподілених системах управління : навч.-метод. посібник / І. Г. Лисаченко, М. О. Подустов, А. К. Бабіченко, А. І. Дзевочко ; Нац. техн. ун-т «Харків. політехн. ін-т». – Харків : Друкарня Мадрид, 2021. – 94 с.
5. Bolton W. Programmable Logic Controllers. – 6th ed. – Oxford : Newnes, 2015.
6. Petruzella F. D. Programmable Logic Controllers. – 5th ed. – New York : McGraw-Hill Education, 2017.

Допоміжна література

1. IEC 61131-3:2013. Programmable controllers – Part 3: Programming languages. – Geneva : International Electrotechnical Commission, 2013.
2. ISA-95 / IEC 62264. Enterprise-Control System Integration. – International Society of Automation / International Electrotechnical Commission.
3. IEC 62541. OPC Unified Architecture. – Geneva : International Electrotechnical Commission.
4. Boyes H., Hallaq B., Cunningham J., Watson T. The Industrial Internet of Things (IIoT):

- An Analysis Framework. – Computers in Industry, 2018.
5. Gilchrist A. Industry 4.0: The Industrial Internet of Things. – Berkeley : Apress, 2016.
 6. Holler J., Tsiatsis V., Mulligan C., Karnouskos S., Avesand S., Boyle D. From Machine-to-Machine to the Internet of Things: Introduction to a New Age of Intelligence. – Academic Press, 2014.
 7. Mahnke W., Leitner S.-H., Damm M. OPC Unified Architecture. – Berlin : Springer, 2009.
 8. Clarke G., Reynders D., Wright E. Practical Modern SCADA Protocols: DNP3, 60870.5 and Related Systems. – Oxford : Newnes, 2004.

Інформаційні ресурси в Інтернет

1. Офіційний сайт International Electrotechnical Commission: <https://www.iec.ch>
2. Офіційний сайт International Society of Automation: <https://www.isa.org>
3. Офіційний сайт OPC Foundation: <https://opcfoundation.org>
4. Офіційний сайт PLCopen: <https://plcopen.org>
5. Офіційний сайт CODESYS Group: <https://www.codesys.com>
6. Офіційна документація CODESYS Development System: <https://content.helpme-codesys.com>
7. Офіційний сайт Siemens Industry Support: <https://support.industry.siemens.com>
8. Офіційний сайт Schneider Electric Industrial Automation: <https://www.se.com>
9. Офіційний сайт ABB Robotics: <https://new.abb.com/products/robotics>
10. Офіційний сайт Universal Robots: <https://www.universal-robots.com>
11. Репозитарій КПІ ім. Ігоря Сікорського: <https://ela.kpi.ua>
12. Репозитарій НТУ «ХПІ»: <https://repository.kpi.kharkov.ua>