

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ЗАТВЕРДЖУЮ

Декан факультету _____ ФІТ _____

Тетяна ГОВОРУЩЕНКО

Підпис Ім'я, ПІРІЗВИЩЕ

2025 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Проектування багаторівневих систем керування і збору даних

Назва дисципліни

Галузь знань – 17 Електроніка, автоматизація та електронні комунікації

Спеціальність – 174 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка

Рівень вищої освіти – Перший (бакалаврський)

Освітньо-професійна програма – Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка

Обсяг дисципліни – 5 кредитів ЄКТС, **Шифр дисципліни** – ОПП.16

Мова навчання – українська

Статус дисципліни: обов'язкова (фахової підготовки)

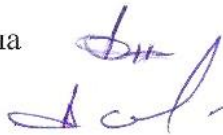
Факультет – Інформаційних технологій

Кафедра – Автоматизації, комп'ютерно-інтегрованих технологій та робототехніки

Форма здобуття освіти	Курс	Семестр	Загальний обсяг		Кількість годин						Курсовий проєкт*	Курсова робота	Форма семестрового контролю	
					Аудиторні заняття					Самостійна робота, у т.ч. ІРС			Залік	Іспит
			Кредити ЄКТС	Години	Разом	Лекції	Лабораторні роботи	Практичні заняття	Семінарські заняття					
Д	4	7	5	150	66	32	34			84				+
Разом ДФН			5	150	66	32	34			84				1

Робоча програма складена на основі освітньо-професійної програми «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка» за спеціальністю 174 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка»

Робоча програма складена



канд. техн. наук, доцент Микола ФЕДУЛА

Науковий ступінь, вчене звання, Ім'я, ПІРІЗВИЩЕ автора(ів)

канд. фіз.-мат.наук, доцент Андрій СЕЛЬСЬКИЙ

Схвалена на засіданні кафедри Автоматизації, комп'ютерно-інтегрованих технологій та робототехніки

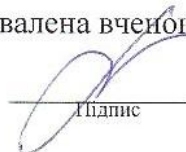
Протокол від 01.09.2025 № 1.

Зав. кафедри  Людмила КОРЕЦЬКА

Підпис Ім'я, ПІРІЗВИЩЕ

Робоча програма розглянута та схвалена вченою радою факультету інформаційних технологій

Голова вченої ради факультету



Тетяна ГОВОРУЩЕНКО

Ім'я, ПІРІЗВИЩЕ

Хмельницький 2025

ЛІСТ ПОГОДЖЕННЯ

Посада	Назва кафедри	Підпис	Ім'я, ПРІЗВИЩЕ
Зав. кафедри	<u>Автоматизації, комп'ютерно-інтегрованих технологій та робототехніки</u>		<u>Людмила КОРЕЦЬКА</u>
Гарант ОП	<u>Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка</u>		<u>Юрій ФОРКУН</u>

3. Пояснювальна записка

Дисципліна «Проектування багаторівневих систем керування і збору даних» є однією із дисциплін фахової підготовки і займає провідне місце у підготовці здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти, очної (денної) (далі – денної) форми здобуття вищої освіти, які навчаються за освітньо-професійною програмою «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка» в межах спеціальності 174 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка».

Пререквізити – об'єктно-орієнтоване програмування (ОПП.05), веб-технології в автоматизованих системах (ОПП.06), основи комп'ютерно-інтегрованих технологій та робототехніки (ОПП.08), метрологія, технологічні вимірювання та прилади (ОПП.10), програмування мікропроцесорних систем керування (ОПП.11), людино-машинний інтерфейс та програмування систем реального часу (ОПП.12), технічні засоби автоматизації та робототехнічні системи (ОПП.13), теорія автоматичного керування (ОПП.14), автоматизація технологічних процесів та виробництв (ОПП.15).

Кореквізити – кваліфікаційна робота (ОПП.20).

Відповідно до освітньої програми дисципліна сприяє забезпеченню:

компетентностей: 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 (ІК); здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях (ЗК1); здатність до пошуку, опрацювання та аналізу інформації з різних джерел (ЗК5); здатність застосовувати знання фізики, електротехніки, електроніки і мікропроцесорної техніки, в обсязі, необхідному для розуміння процесів в системах автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологіях (ФК2); 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 (ФК5); 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 (ФК6); здатність проектування систем автоматизації з врахуванням вимог відповідних нормативно-правових документів та міжнародних стандартів (ФК8).

програмних результатів навчання: 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 (ПРН4); вміти проектувати 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 (ПРН9); вміти виконувати роботи з проектування систем автоматизації, знати зміст і правила оформлення проектних матеріалів, склад проектної документації та послідовність виконання проектних робіт з врахуванням вимог відповідних нормативно-правових документів та міжнародних стандартів (ПРН11); вміти використовувати різноманітне спеціалізоване програмне забезпечення для розв'язування типових інженерних задач у галузі автоматизації, зокрема, математичного моделювання, автоматизованого проектування, керування базами даних, методів комп'ютерної графіки (ПРН12).

Мета дисципліни. Формування у здобувачів вищої освіти компетентностей, необхідних для виконання розробки систем автоматизації та багаторівневих систем керування і збору даних.

Предмет дисципліни. Системи автоматизації та багаторівневі системи керування і збору даних.

Завдання дисципліни. Формування практичних навичок з проектування систем автоматизації та багаторівневих систем керування і збору даних.

Результати навчання. Після вивчення дисципліни студент повинен: *розуміти* суть процесів, що відбуваються в об'єктах автоматизації (за галузями діяльності) на основі знань з фізики, електротехніки, електроніки і мікропроцесорної техніки, та *вміти* проводити аналіз і *обґрунтовувати* вибір структури, алгоритмів та схем керування на основі результатів дослідження параметрів і характеристик систем керування та збору даних; *вміти проектувати* 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; *вміти* виконувати роботи з проектування систем автоматизації, *знати* зміст і правила оформлення проектних матеріалів, склад проектної документації та послідовність виконання проектних робіт з врахуванням вимог відповідних нормативно-правових документів та міжнародних стандартів; *вміти* застосовувати спеціалізоване програмне забезпечення для розв'язування типових інженерних задач у сфері проектування багаторівневих систем керування та збору даних, зокрема, автоматизованого проектування, роботи з базами даних та візуалізації на основі методів комп'ютерної графіки.

4. Структура залікових кредитів дисципліни

Назва розділу (теми)	Кількість годин, відведених на:		
	лекції	лабораторні заняття	СРС
Тема 1. Основи систем багаторівневих систем керування і збору даних	4	4	12
Тема 2. Сенсори та виконавчі механізми	4	4	12
Тема 3. Архітектура багаторівневих систем керування та збору даних	4	4	12
Тема 4. Промислові мережі	4	4	12
Тема 5. Системи SCADA	4	4	12
Тема 6. Спеціалізовані протоколи обміну даними	4	4	12
Тема 7. Інтеграція MES та ERP	4	4	14
Тема 8. Безпека та надійність сучасних багаторівневих систем керування та збору даних	4	6	14
Разом:	32	34	84

5. Програма навчальної дисципліни

5.1 Зміст лекційного курсу

Номер лекції	Перелік тем лекцій, їх анотації	Кількість годин
	<i>Тема 1. Основи систем багаторівневих систем керування і збору даних.</i>	4
1	Вступ до ієрархічних систем керування. Літ.: [1]: с. 7–15, [2]: с. 5–8	2
2	Рівні керування: польовий, контролерний, SCADA/HMI, MES, ERP. Модель ISA-95. Літ.: [1]: с. 7–15, [2]: с. 5–8	2
	<i>Тема 2. Сенсори та виконавчі механізми.</i>	4
3	Сенсори та виконавчі механізми: принципи роботи, параметри точності, калібрування. Літ.: [3]: с. 139–145, [2]: с. 5–19	2
4	Частота опитування, затримки, надійність. Літ.: [3]: с. 139–145, [2]: с. 5–19	2
	<i>Тема 3. Архітектура багаторівневих систем керування та збору даних.</i>	4
5	Архітектура контролерів. Циклічний обробник, пріоритети, детермінізм. Літ.: [2]: с. 44–58	2
6	Стандарт IEC 61131-3. Літ.: [2]: с. 44–58	2
	<i>Тема 4. Промислові мережі.</i>	4
7	Сучасні промислові мережі: PROFINET, EtherCAT, Літ.: [2]: с. 60–67	2
8	EtherNet/IP, Modbus TCP, CAN, TSN. Літ.: [2]: с. 60–67	2
	<i>Тема 5. Системи SCADA.</i>	4
9	SCADA-платформи. Літ.: [4]: с. 19–67, [1]: с. 7–30	2
10	Принципи проектування: теги, архіви, тривоги, історичні дані. Літ.: [4]: с. 19–67, [1]: с. 7–30	2
	<i>Тема 6. Спеціалізовані протоколи обміну даними.</i>	4
11	OPC UA, OPC UA FX, MQTT. Літ.: [1]: с. 33–35	2
12	Структура та моделі даних. Літ.: [1]: с. 33–35	2
	<i>Тема 7. Інтеграція MES та ERP.</i>	4
13	MES, диспетчеризація виробництва, інтеграція з ERP. Літ.: [1]: с. 33–35	2
14	Потоки даних SCADA - MES - ERP. Літ.: [1]: с. 33–35	2
	<i>Тема 8. Безпека та надійність сучасних багаторівневих систем керування та збору даних.</i>	4
15	Кібербезпека: IEC 62443, сегментація мереж, контроль доступу, журнали, Zero Trust. Літ.: [4]: с. 19–67, [1]: с. 7–35	2
16	Резервування вузлів [1] с.217-261, [8] с.62-72	2
	Разом:	32

5.2 Зміст лабораторних занять

№ п/п	Тема лабораторного заняття	Кількість годин
	<i>Тема 1. Основи систем багаторівневих систем керування і збору даних</i>	4
1	Побудова ієрархічної структури керування технологічним процесом у MATLAB/Simulink з моделюванням потоків даних Літ.: [1]: с. 7–25, [2]: с. 5–15, [1] (додаткова): с. 8–25, [6] (додаткова), [10] (додаткова)	4
	<i>Тема 2. Сенсори та виконавчі механізми</i>	4
2	Підключення сенсорів до контролера через промислові інтерфейси (Modbus RTU / CAN / IO-Link). Аналіз затримок і частоти опитування. Літ.: [3]: с. 110-120, 139–145, [2]: с. 5–19, [1] (додаткова): с. 8–25, , [7-8] (додаткова)	4
	<i>Тема 3. Архітектура багаторівневих систем керування та збору даних</i>	4
3	Програмування ПЛК у CoDeSys / PLCnext. Реалізація PID-контролера та обміну даними з SCADA. Літ.: [2]: с. 42–58, [2] (додаткова): с. 8–47, [3] (додаткова): с. 9–37.	4
	<i>Тема 4. Промислові мережі</i>	4

4	4. Конфігурація мережі PROFINET з ПЛК і SCADA. Вимірювання затримок і втрат пакетів. Літ.: [7]: с. 60–67, [2] (додаткова): с. 25–63, [4] (додаткова): с. 12–39.	4
	<i>Тема 5. Системи SCADA</i>	4
5	Створення SCADA-проєкту для диспетчеризації процесу. Реалізація архівування та HMI-візуалізації Літ.: [4]: с. 19–67, [8]: с. 17–85, [2] (додаткова): с. 25–63, [5] (додаткова): с. 5–45.	4
	<i>Тема 6. Спеціалізовані протоколи обміну даними</i>	4
6	Інтеграція SCADA та PLC через OPC UA/MQTT. Створення інформаційної моделі технологічного об'єкта. Літ.: [1]: с. 33–35, [2] (додаткова): с. 25–63, [3] (додаткова): с. 45–83, [9] (додаткова)	4
	<i>Тема 7. Інтеграція MES та ERP</i>	4
7	Побудова цифрового двійника технологічного об'єкта у MATLAB/Simulink або Ignition з передачею даних у хмару. Літ.: [1]: с. 33–35, [9] с.35-78, [4] (додаткова): с. 35–64, [5] (додаткова): с. 40–56.	4
	<i>Тема 8. Безпека та надійність сучасних багаторівневих систем керування та збору даних</i>	6
8	Реалізація захищеної OPC UA-сесії та резервування SCADA-сервера з журналюванням подій. Літ.: [1] с.217-261, [8] с.52-67, [2] (додаткова): с. 25–67, [3] (додаткова): с. 35–71.	6
	Разом:	34

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

Самостійна робота студентів усіх форм здобуття освіти полягає у систематичному опрацюванні програмного матеріалу з відповідних джерел інформації, підготовці до виконання та захисту лабораторних робіт, тестування та індивідуальних завдань. Крім цього до послуг студентів сторінка навчальної дисципліни у Модульному середовищі для навчання, де розміщені Робоча програма дисципліни та необхідні документи з її навчально-методичного забезпечення.

Номер тижня	Вид самостійної роботи	Кількість годин
1	Опрацювання теоретичного матеріалу з Т1, підготовка до лабораторної роботи №1.	5
2	Опрацювання теоретичного матеріалу з Т1, опрацювання результатів та підготовка до захисту лабораторної роботи №1, підготовка до виконання лабораторної роботи №2.	5
3	Опрацювання теоретичного матеріалу з Т2, підготовка до лабораторної роботи №2.	5
4	Опрацювання теоретичного матеріалу з Т2, опрацювання результатів та підготовка до захисту лабораторної роботи №2, підготовка до лабораторної роботи №3.	5
5	Опрацювання теоретичного матеріалу з Т3, підготовка до лабораторної роботи №3.	5
6	Опрацювання теоретичного матеріалу з Т3, опрацювання результатів та підготовка до захисту лабораторної роботи №3, підготовка до лабораторної роботи №4.	5
7	Опрацювання теоретичного матеріалу з Т4, підготовка до лабораторної роботи №4.	5
8	Опрацювання теоретичного матеріалу з Т4, опрацювання результатів та підготовка до захисту лабораторної роботи №4, підготовка до тестування з Т1-Т4, підготовка до лабораторної роботи №5.	5
9	Опрацювання теоретичного матеріалу з Т5, підготовка до лабораторної роботи №5.	5
10	Опрацювання теоретичного матеріалу з Т5, опрацювання результатів та підготовка до захисту лабораторної роботи №5, підготовка до лабораторної роботи №6.	5
11	Опрацювання теоретичного матеріалу з Т6, підготовка до лабораторної роботи №6.	5
12	Опрацювання теоретичного матеріалу з Т6, опрацювання результатів та підготовка до захисту лабораторної роботи №6, підготовка до лабораторної роботи №7, підготовка до виконання ІДЗ.	5
13	Опрацювання теоретичного матеріалу з Т7, підготовка до лабораторної роботи №7, виконання ІДЗ.	5
14	Опрацювання теоретичного матеріалу з Т7, опрацювання результатів та підготовка до захисту лабораторної роботи №7, підготовка до лабораторної роботи №8, виконання ІДЗ.	5
15	Опрацювання теоретичного матеріалу з Т8, підготовка до лабораторної роботи №8, підготовка до тестування з Т5-Т8, опрацювання результатів виконання ІДЗ.	7
16	Опрацювання теоретичного матеріалу з Т8, опрацювання результатів та підготовка до захисту лабораторної роботи №8.	7
	Разом:	84

Примітка: Т – тема навчальної дисципліни, ІДЗ – індивідуальне домашнє завдання.

На самостійне опрацювання студентів виноситься визначене у методичних рекомендаціях до лабораторних занять та самостійної роботи індивідуальне домашнє завдання (ІДЗ) з відповідних тем. Керівництво самостійною

роботою та контроль за виконанням індивідуального завдання здійснюється викладачем згідно з розкладом консультацій у позаурочний час.

Вимоги до виконання індивідуального домашнього завдання викладені в Модульному середовищі для навчання на сторінці навчальної дисципліни.

6. Технології та методи навчання

Процес навчання з дисципліни ґрунтується на використанні традиційних та сучасних технологій та методів навчання, зокрема:

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

- **лабораторні заняття** з використанням методів натурного експерименту, комп'ютерного моделювання, методів проектної діяльності, тренінгових вправ, аналіз проблемних ситуацій, пояснення, дискусія;

- **самостійна робота**: робота над засвоєнням теоретичного матеріалу, підготовка до лабораторних робіт, виконання індивідуального домашнього завдання, підготовка до поточного та підсумкового контролю.

7. Методи контролю

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

- оцінювання результатів виконання лабораторних робіт (перевірка коректності виконання завдань, захист);
- тестовий контроль засвоєння теоретичного та практичного матеріалу;
- оцінювання результатів виконання індивідуального домашнього завдання.

При виведенні підсумкової семестрової оцінки враховуються результати як поточного контролю, так і підсумкового контролю, який проводиться з усього матеріалу дисципліни за білетами, попередньо розробленими і затвердженими на засіданні кафедри. Здобувач вищої освіти, який набрав з будь-якого виду навчальної роботи, суму балів нижчу за 60 відсотків від максимального балу, **не допускається** до семестрового контролю, поки не виконає обсяг роботи, передбачений Робочою програмою. Здобувач вищої освіти, який набрав позитивний середньозважений бал (60 відсотків і більше від максимального балу) з усіх видів поточного контролю і не склав іспит, вважається таким, який **має** академічну заборгованість. Ліквідація академічної заборгованості із семестрового контролю здійснюється у період екзаменаційної сесії або за графіком, встановленим деканатом відповідно до «Положення про контроль і оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти у ХНУ».

8. Політика дисципліни

Політика навчальної дисципліни загалом визначається системою вимог до здобувача вищої освіти, що передбачені чинними положеннями Університету про організацію і навчально-методичне забезпечення освітнього процесу. Зокрема, проходження інструктажу з техніки безпеки; відвідування занять з дисципліни є обов'язковим. За об'єктивних причин (підтверджених документально) теоретичне навчання за погодженням із лектором може відбуватись в он-лайн режимі. Успішне опанування дисципліни і формування фахових компетентностей і програмних результатів навчання передбачає необхідність підготовки до лабораторного заняття (вивчення теоретичного матеріалу з теми роботи, попередню підготовку протоколу роботи, підготовку до усного опитування для допуску до заняття (наведені у Методичних рекомендаціях до лабораторних занять)), активно працювати на занятті, якісно підготувати звіт (схеми, код та звіт з роботи відповідно до теми), захистити результати виконаної роботи, брати участь у дискусіях щодо прийнятих конструктивних рішень при виконанні здобувачами лабораторних робіт тощо.

Здобувачі вищої освіти мають дотримуватися встановлених термінів виконання всіх видів навчальної роботи відповідно до робочої програми навчальної дисципліни. Пропущене лабораторне заняття студент зобов'язаний відпрацювати у встановлений викладачем термін, але не пізніше, ніж за два тижні до кінця теоретичних занять у семестрі.

Засвоєння студентом теоретичного матеріалу з дисципліни оцінюється за результатами виконання та захисту лабораторних робіт, тестування, виконання індивідуального домашнього завдання.

Здобувач вищої освіти, виконуючи самостійну роботу або індивідуальну роботу з дисципліни, має дотримуватися політики доброчесності (заборонені списування, плагіат (в т.ч. із використанням мобільних девайсів)). У разі виявлення порушення політики академічної доброчесності в будь-яких видах навчальної роботи здобувач вищої освіти отримує незадовільну оцінку і має повторно виконати завдання з відповідної теми (виду роботи), що передбачені робочою програмою. Будь-які форми порушення академічної доброчесності **не допускаються**.

У межах вивчення навчальної дисципліни здобувачам вищої освіти передбачено визнання і зарахування результатів навчання, набутих шляхом неформальної освіти, що розміщені на доступних платформах, які сприяють формуванню компетентностей і поглибленню результатів навчання, визначених робочою програмою дисципліни, або забезпечують вивчення відповідної теми та/або виду робіт з програми навчальної дисципліни (детальніше у Положенні про порядок визнання та зарахування результатів навчання здобувачів вищої освіти у ХНУ).

9. Оцінювання результатів навчання студентів у семестрі

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

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

Таблиця – Критерії оцінювання навчальних досягнень здобувача вищої освіти

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

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

Аудиторна робота								Контрольні заходи		Самостійна робота	Семестровий контроль	
Лабораторні роботи №:								Тестовий контроль:		ІДЗ:	Іспит	Разом балів
1	2	3	4	5	6	7	8	Т 1-4	Т 5-8			
Кількість балів за вид навчальної роботи (мінімум-максимум)												60-100*
3-5	3-5	3-5	3-5	3-5	3-5	3-5	3-5	3-5	3-5	6-10	24-40	
24-40								3-5	3-5	6-10	24-40	

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

Оцінювання результатів захисту лабораторної роботи

Виконана й оформлена відповідно до встановлених Методичними рекомендаціями вимог лабораторна робота комплексно оцінюється викладачем при її захисті з урахуванням таких критеріїв: самостійність та правильність виконання; повнота відповіді та знання методики виконання дослідів; наявність схем, графіків та програмного коду згідно з вимогами до виконання завдань.

Результат виконання і захисту здобувачем вищої освіти кожної лабораторної роботи оцінюється відповідно до таблиці Критеріїв оцінювання навчальних досягнень здобувача вищої освіти.

У випадку виявлення здобувачем рівня знань, нижчого ніж 60 відсотків від максимального балу, встановленого Робочою програмою для кожної структурної одиниці, лабораторна робота йому **не зараховується** і для її захисту він має детальніше опрацювати матеріал з теми роботи, методику її виконання, виправити грубі помилки та повторно вийти на її захист у призначений для цього викладачем час.

Оцінювання результатів тестового контролю

Кожний з тестів, передбачених Робочою програмою, складається із 10 тестових завдань, кожне з яких є рівнозначним.

Відповідно до таблиці структурування видів робіт за тестовий контроль здобувач залежно від кількості правильних відповідей може отримати від 3 до 5 балів.

Розподіл балів в залежності від наданих правильних відповідей на тестові завдання

Кількість правильних відповідей	0-5	6	7	8	9	10
Відсоток правильних відповідей	0-59	60	70	80	90	100
Кількість отриманих балів	0	3		4	5	

На тестування відводиться 40 хвилин. Студент проходить тестування в он-лайн режимі у Модульному середовищі для навчання. Також, студент може проходити тестування письмово, записуючи правильні відповіді у талоні відповідей. При отриманні негативної оцінки тест слід перездати до терміну **наступного** контролю.

Оцінювання результатів виконання індивідуального домашнього завдання

Виконане та оформлене відповідно до вимог, визначених Методичними рекомендаціями, індивідуальне домашнє завдання (ІДЗ) комплексно оцінюється викладачем з урахуванням таких критеріїв: самостійність виконання; правильність розв'язання поставлених задач; обґрунтованість вибору методів розв'язання; повнота пояснень та аргументованість відповідей; якість оформлення та дотримання вимог до структури і змісту роботи.

Результат виконання здобувачем вищої освіти кожного ІДЗ оцінюється відповідно до таблиці **Критеріїв оцінювання навчальних досягнень здобувача вищої освіти** з урахуванням рівня досягнення запланованих програмних результатів навчання та сформованих компетентностей. За підсумками захисту присвоюється відповідна сума балів (мінімальний позитивний бал – 6 балів, максимальний – 10 балів).

У разі, якщо здобувач вищої освіти виявив рівень знань і виконання ІДЗ, що нижчий ніж 60 відсотків від максимальної кількості балів, встановленої Робочою програмою для цієї структурної одиниці, завдання не зараховується. У такому випадку студент має повторно опрацювати зміст завдання, усунути помилки та здати на перевірку доопрацьоване ІДЗ у терміни, погоджені з викладачем.

Оцінювання результатів підсумкового семестрового контролю (іспит)

Освітня програма передбачає підсумковий семестровий контроль з дисципліни у формі іспиту, завданням якого є системне й об'єктивне оцінювання як теоретичної, так і практичної підготовки здобувача з навчальної дисципліни. Складання іспиту відбувається за попередньо розробленими і затвердженими на засіданні кафедри білетами. Відповідно до цього в екзаменаційному білеті пропонується поєднання питань як теоретичного (в т.ч. у тестовій формі), так і практичного характеру.

Таблиця – Оцінювання результатів підсумкового семестрового контролю здобувачів денної форми навчання (40 балів для підсумкового контролю)

Види завдань	Для кожного окремого виду завдань		
	Мінімальний (достатній) бал (задовільно)	Потенційні позитивні бали* (середній бал) (добре)	Максимальний (високий) бал (відмінно)
Теоретичне питання № 1	6	8	10
Теоретичне питання № 2	6	8	10
Практичне завдання	12	16	20
Разом:	24	32	40

Примітка. *Позитивний бал за іспит, відмінний від мінімального (24 бали) та максимального (40 балів), знаходиться в межах 25-39 балів та розраховується як сума балів за усі структурні елементи (завдання) іспиту.

Для кожного окремого виду завдань підсумкового семестрового контролю застосовуються критерії оцінювання навчальних досягнень здобувача вищої освіти, наведені вище (Таблиця – Критерії оцінювання навчальних досягнень здобувача вищої освіти).

Підсумкова семестрова оцінка за інституційною шкалою і шкалою ЄКТС визначається в автоматизованому режимі після внесення викладачем результатів оцінювання у балах з усіх видів навчальної роботи до електронного журналу. Співвідношення інституційної шкали оцінювання і шкали оцінювання ЄКТС наведені нижче у таблиці «Співвідношення».

Семестровий іспит виставляється, якщо загальна сума балів, яку набрав студент з дисципліни за результатами поточного контролю, знаходиться у межах від 60 до 100 балів. При цьому за інституційною шкалою ставиться оцінка «відмінно/добре/задовільно», а за шкалою ЄКТС – буквене позначення оцінки, що відповідає набраній студентом сумі балів відповідно до таблиці Співвідношення.

Таблиця – Співвідношення інституційної шкали оцінювання і шкали оцінювання ЄКТС

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

10. Питання для самоконтролю результатів навчання

1. Системи автоматизації (СА).
2. Багаторівневі системи керування і збору даних (БСКЗД).
3. Структура СА та БСКЗД.
4. Основні типи даних в СА та БСКЗД.
5. Інтерфейси СА та БСКЗД.
6. Основні вимоги до сучасних СА та БСКЗД.
7. Класифікація та основні області застосування БСКЗД.
8. Типові характеристики сучасних СА.
9. Спеціалізовані БСКЗД.
10. Методи проєктування СА та БСКЗД.
11. Основні типи об'єктів БСКЗД.
12. Інтерфейси редагування об'єктів.
13. Класифікація елементів БСКЗД.
14. Імпорт та експорт об'єктів при проєктуванні СА та БСКЗД.
15. Типи даних у сучасних СА та БСКЗД.
16. Структури даних. Інформаційні бази СА.
17. Бази даних БСКЗД. Алгоритми обробки даних.
18. Організація доступу до даних в сучасних БСКЗД.
19. Основи відображення об'єктів СА та БСКЗД засобами комп'ютерної графіки.
20. Графічні інтерфейси.
21. Багатовимірні системи. Засоби керування складними об'єктами.
22. Методи імітаційного моделювання, які застосовуються в процесі проєктування СА та БСКЗД.
23. Спеціалізовані засоби імітаційного моделювання.
24. Користувацькі інтерфейси.
25. Класифікація моделей елементів СА та БСКЗД.
26. Способи опису моделей за допомогою користувацьких інтерфейсів та мов моделювання
27. Цифрові двійники у сучасних СА та БСКЗД.
28. Класифікація та процедури реалізації.
29. Основи автоматизованого проєктування СА.
30. Вибір елементної бази.
31. Умовні графічні позначення.
32. Засоби редагування схем.
33. Форми відображення схем СА.
34. Автоматизоване формування схем СА.
35. Основи автоматизованого проєктування БСКЗД.

36. Форми відображення схем БСКЗД.
37. Автоматизоване формування схем БСКЗД.
38. Формування складальних креслень проєктів СА та БСКЗД.
39. Переліки елементів та матеріалів.
40. Експорт та імпорт проєктів СА та БСКЗД у спеціалізованих програмних середовищах.
41. Формати файлів проєктів.

11. Навчально-методичне забезпечення

Освітній процес з дисципліни «Проектування багаторівневих систем керування і збору даних» повністю і в достатній кількості забезпечений необхідною навчально-методичною літературою. Зокрема, викладачами кафедри підготовлені і видані такі роботи:

1. Федула М.В. Мартинюк В.В., Макаришкін Д.А. Проектування багаторівневих систем керування і збору даних: Методичні вказівки до лабораторних робіт. Хмельницький : ХНУ, 2020. 70 с.

12. Матеріально-технічне та програмне забезпечення дисципліни

Інформаційна та комп'ютерна підтримка: ПК, планшет, смартфон або інший мобільний пристрій, проєктор.

Програмне забезпечення: SCADA, CoDeSys, TIA Portal, FlexSim, MATLAB Online (basic), DOBOT Studio, Dobot Labs, офісні програми, веб-браузер, доступ до мережі Інтернет, робота з презентаціями.

Лабораторне обладнання: програмовані логічні контролери ПЛК100, сенсорні операторські панелі СП307, модулі вводу аналогових сигналів MB110, поплавкові давачі рівня рідини, резервуари з водою, насоси, давачі тиску газу, балони, компресори, клапани, вимірювач-регулятор температури TPM251, емулятор печі, макет конвеєрної лінії на базі Siemens PLC 1211 DC/DC/DC AE40, осцилограф, мультиметр.

13. Рекомендована література:

Основна

1. Lemmon M.D. Lectures on Linear Systems Theory. University of Notre Dame, 2024. 254 p. URL: <https://www3.nd.edu/~lemmon/courses/linear-systems/lecture-book/linsys-book-2024.pdf>.
2. Тищенко К.В., Ткач О.П. Програмування систем збору і аналізу даних. Сумський державний університет, 2022. 168 с. URL: <https://ezpf.elit.sumdu.edu.ua/wp-content/uploads/2018/01/%D0%9F%D0%BE%D1%81%D1%96%D0%B1%D0%BD%D0%B8%D0%BA-%D0%BD%D0%B0-%D1%81%D0%B0%D0%B9%D1%82.pdf>.
3. Тищенко К.В., Ткач О.П. Програмування систем збору і аналізу даних. Сумський державний університет, 2022. 168 с. URL: <https://ezpf.elit.sumdu.edu.ua/wp-content/uploads/2018/01/%D0%9F%D0%BE%D1%81%D1%96%D0%B1%D0%BD%D0%B8%D0%BA-%D0%BD%D0%B0-%D1%81%D0%B0%D0%B9%D1%82.pdf>.
4. Матвійків О., Ткаченко С., Хаханов В. Інженерне проєктування складних об'єктів і систем. – Львів: НУ «Львівська політехніка», 2021. – 260 с.
5. Lemmon M.D. Lectures for Advanced Control Systems. University of Notre Dame, 2025. 346 p. URL: <https://www3.nd.edu/~lemmon/courses/advanced-control/lecture-book/advanced-control-2025.pdf>.
6. Лісовець С.М., Здоренко В.Г. SCADA-системи. Частина 1. КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. 84 с. URL: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/65392>.
7. Bullo F. Contraction Theory for Dynamical Systems. Kindle Direct Publishing, 2024. 252 p. URL: <https://fbullo.github.io/ctds/>.
8. Hoppe S. OPC Unified Architecture: Interoperability for Industrie 4.0 and the Internet of Things. OPC Foundation, 2024. 64 p. URL: <https://opcfoundation.org/wp-content/uploads/2023/05/OPC-UA-Interoperability-For-Industrie4-and-IoT-EN.pdf>.
9. Frison L., De Schutter J., Diehl M. Model Predictive Control for Renewable Energy Systems. University of Freiburg, 2023. 99 p. URL: https://www.syscop.de/files/2023ss/MPC4RES/MPC_for_RES_script.pdf.

Додаткова

1. Голінко І.М. Технічні засоби автоматизації. Лабораторний практикум. КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. 68 с. URL: <https://ela.kpi.ua/bitstreams/e175ca86-2482-44c0-a4bc-3b3b7c9d3afa/download>.
2. Лісовець С.М., Здоренко В.Г. SCADA-системи. Практикум. Частина 1. КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. 84 с. URL: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/65392>.
3. Жураковський Я.Ю., Черьопкін Є.С. Основи проєктування комп'ютерно-інтегрованих технологічних комплексів. Комп'ютерний практикум. КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. 155 с. URL: https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/54219/1/OPKITK_komp_prakt.pdf.
4. Голінко І.М. Технічні засоби автоматизації. Лабораторний практикум. КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. 68 с. URL: <https://ela.kpi.ua/bitstreams/e175ca86-2482-44c0-a4bc-3b3b7c9d3afa/download>.
5. Островерхов М.Я. Комп'ютерні засоби автоматизації електротехнологічних установок. Комп'ютерний практикум. КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. 145 с. URL: https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/63328/1/KZAETU_Kompiuternyi_praktykum.pdf.
6. Zasornova I., Hovorushchenko T., Fedula M., Hnatchuk A. An information technology for joint decision making in machine embroidery with means of augmented reality. CEUR-WS. 2024. Vol. 3736. Pp. 93-111. <https://ceur-ws.org/Vol->

[3736/paper8.pdf](#).

7. Zasornova, I., Fedula, M., Pavlova, O. Kysil T.. Automated Testing of Web Project Functionality with Using of Error Propagation Analysis. Computer systems and information technologies. 2023. P. 92-96.

<https://csitjournal.khmnu.edu.ua/index.php/csit/article/view/245>.

8. Мартинюк В.В., Федула М.В., Косенков В.Д., Слива А.А. Високоєфективна автономна система електроживлення установки переробки полімерних відходів у дизпаливо. Монографія. Хмельницький: ХНУ, 2024. 60 с. <https://elar.khmnu.edu.ua/items/5a9f9461-489f-4589-9b0a-21ce54cf339d>.

9. Hovorushchenko T., Pavlova O., Fedula M. Improving the input information for medical software requirements specifications using ontology-based intelligent agent. CEUR Workshop Proceedings, 2018. <https://ceur-ws.org/Vol-2255/paper11.pdf>.

10. Martynyuk V., Fedula M., Makaryshkin D. The increasing of photovoltaic power supply system efficiency for the mobile unit of polymer waste processing into an alternative type of fuel. Proceedings of the International Conference „Advanced applied energy and information technologies 2021. – P.53-58.

https://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/lib/36926/2/ICAAEIT_2021_Martynyuk_V-The_increasing_of_photovoltaic_53-58.pdf.

14. Інформаційні ресурси

1. Модульне середовище для навчання. URL : <https://msn.khmnu.edu.ua/course/view.php?id=6484>.

2. Електронна бібліотека ХНУ. URL: <http://library.khmnu.edu.ua/>.

3. Інституційний репозитарій ХНУ. URL : <https://elar.khmnu.edu.ua/home>.

ПРОЄКТУВАННЯ БАГАТОРІВНЕВИХ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ І ЗБОРУ ДАНИХ

Тип дисципліни
Рівень вищої освіти
Мова викладання
Семестр
Кількість призначених кредитів ЄКТС
Форми здобуття освіти, для яких викладається дисципліна

Обов'язкова
Перший (бакалаврський)
Українська
Сьомий
5,0
Очна (денна)

Результати навчання. Після вивчення дисципліни студент повинен: *розуміти* суть процесів, що відбуваються в об'єктах автоматизації (за галузями діяльності) на основі знань з фізики, електротехніки, електроніки і мікропроцесорної техніки, та *вміти* проводити аналіз і *обґрунтовувати* вибір структури, алгоритмів та схем керування на основі результатів дослідження параметрів і характеристик систем керування та збору даних; *вміти проектувати* 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; *вміти* виконувати роботи з проектування систем автоматизації, *знати* зміст і правила оформлення проектних матеріалів, склад проектної документації та послідовність виконання проектних робіт з врахуванням вимог відповідних нормативно-правових документів та міжнародних стандартів; *вміти* застосовувати спеціалізоване програмне забезпечення для розв'язування типових інженерних задач у сфері проектування багаторівневих систем керування та збору даних, зокрема, автоматизованого проектування, роботи з базами даних та візуалізації на основі методів комп'ютерної графіки.

Зміст навчальної дисципліни. Основи систем багаторівневих систем керування і збору даних. Сенсори та виконавчі механізми. Архітектура багаторівневих систем керування та збору даних. Промислові мережі. Системи SCADA. Спеціалізовані протоколи обміну даними. Інтеграція MES та ERP. Безпека та надійність сучасних багаторівневих систем керування та збору даних

Пререквізити: об'єктно-орієнтоване програмування (ОПП.05), веб-технології в автоматизованих системах (ОПП.06), основи комп'ютерно-інтегрованих технологій та робототехніки (ОПП.08), метрологія, технологічні вимірювання та прилади (ОПП.10), програмування мікропроцесорних систем керування (ОПП.11), людино-машинний інтерфейс та програмування систем реального часу (ОПП.12), технічні засоби автоматизації та робототехнічні системи (ОПП.13), теорія автоматичного керування (ОПП.14), автоматизація технологічних процесів та виробництва (ОПП.15).

Кореквізити: кваліфікаційна робота (ОПП.20).

Запланована навчальна діяльність: Мінімальний обсяг навчальних занять в одному кредиті ЄКТС навчальної дисципліни для *першого* (бакалаврського) рівня вищої освіти за денною формою здобуття освіти становить 10 годин на 1 кредит ЄКТС.

Форми (методи) навчання: лекції (з використанням методів візуалізації, проблемного й інтерактивного навчання, мотиваційних прийомів, інформаційно-комунікаційних технологій); лабораторні заняття (з використанням інструктування, демонстрування, натурних експериментів, комп'ютерної симуляції, наукових та інженерних розрахунків та різних форм візуалізації даних); самостійна робота (опрацювання теоретичного матеріалу, підготовка до виконання практичних робіт, поточного та підсумкового контролю, виконання індивідуальних домашніх завдань), з використанням інформаційно-комп'ютерних технологій та технологій дистанційного навчання.

Форми оцінювання результатів навчання: оцінювання лабораторних робіт; тестування; виконання індивідуального завдання.

Вид семестрового контролю: іспит – 7 семестр.

Навчальні ресурси:

1. Lemmon M.D. Lectures on Linear Systems Theory. University of Notre Dame, 2024. 254 p. URL: <https://www3.nd.edu/~lemmon/courses/linear-systems/lecture-book/linsys-book-2024.pdf>.
2. Тищенко К.В., Ткач О.П. Програмування систем збору і аналізу даних. Сумський державний університет, 2022. 168 с. URL: <https://ezpf.elit.sumdu.edu.ua/wp-content/uploads/2018/01/%D0%9F%D0%BE%D1%81%D1%96%D0%B1%D0%BD%D0%B8%D0%BA-%D0%BD%D0%B0-%D1%81%D0%B0%D0%B9%D1%82.pdf>.
3. Тищенко К.В., Ткач О.П. Програмування систем збору і аналізу даних. Сумський державний університет, 2022. 168 с. URL: <https://ezpf.elit.sumdu.edu.ua/wp-content/uploads/2018/01/%D0%9F%D0%BE%D1%81%D1%96%D0%B1%D0%BD%D0%B8%D0%BA-%D0%BD%D0%B0-%D1%81%D0%B0%D0%B9%D1%82.pdf>.
4. Матвійків О., Ткаченко С., Хаханов В. Інженерне проектування складних об'єктів і систем. – Львів: НУ «Львівська політехніка», 2021. – 260 с.
5. Lemmon M.D. Lectures for Advanced Control Systems. University of Notre Dame, 2025. 346 p. URL: <https://www3.nd.edu/~lemmon/courses/advanced-control/lecture-book/advanced-control-2025.pdf>.
6. Модульне середовище для навчання. Доступ до ресурсу: <https://msn.khmn.edu.ua/course/view.php?id=6484>
7. Електронна бібліотека ХНУ. Доступ до ресурсу: <http://library.khmn.edu.ua/>

Викладачі: канд. техн. наук, доцент Микола ФЕДУЛА,
канд. фіз.-мат. наук, доцент Андрій СЕЛЬСЬКИЙ