

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Чорноморський національний університет імені Петра Могили

Факультет комп'ютерних наук

Кафедра автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Перший проректор
Когляр Ю.В.



РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ І ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ВУЗЛІВ ІНФОРМАЦІЙНО-ВІМІРЮВАЛЬНИХ КОМПЛЕКСІВ

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

Розробник

Розробник

В.о. завідувача кафедри розробника

В.о. завідувача кафедри спеціальності

Гарант освітньої програми

Декан факультету

Начальник НМВ

Сіделев М.І.

Скороїд М.Ю.

Сіделев М.І.

Сіделев М.І.

Трунов О.М.

Бойко А.П.

Шкірчак С.І.

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показника	Характеристика дисципліни	
Найменування дисципліни	Дослідження елементів і функціональних вузлів інформаційно-вимірювальних комплексів	
Галузь знань	17 Електроніка, автоматизація та електронні комунікації	
Спеціальність	174 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка	
Спеціалізація (якщо є)		
Освітня програма	Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка	
Рівень вищої освіти	Магістр	
Статус дисципліни	Нормативна	
Курс навчання	2	
Навчальний рік	2024/2025	
Номер(и) семестрів (триместрів):	Денна форма	Заочна форма
	4	
Загальна кількість кредитів ЄКТС/годин	5,5 кредити / 165 годин	
Структура курсу: – лекції – півгрупові заняття – годин самостійної роботи студентів	Денна форма	Заочна форма
	22	
	33 110	
Відсоток аудиторного навантаження	33%	
Мова викладання	українська	
Форма проміжного контролю (якщо є)		
Форма підсумкового контролю	залік	

2. Мета, завдання та результати вивчення дисципліни

Мета: підготовка фахівця що володітиме знаннями стосовно структурних елементів та принципу їх дії, архітектури, причин виникнення та методів компенсації похибок в елементах і вузлах, а також алгоритмів роботи сучасних інформаційно-вимірювальних комплексів.

Завдання:

- формування у студентів відповідних фахових компетентностей;
- формування знань з принципів використання засобів інформаційно-вимірювальних систем в інженерній діяльності;

- формування знань зі структури, складових елементів та принципи їх дії, та програмне забезпечення інформаційно-вимірювальних комплексів;
- формування знань із визначення можливих похибок у роботі окремих складових елементів ІВК та методів компенсації цих похибок.

Передумовами вивчення дисципліни є знання, що набуті під час вивчення дисциплін «Фізика», «Електротехніка та електроніка», «Автоматизовані системи керування технологічними процесами», «Метрологія», «Контрольно-вимірювальні прилади та датчики систем автоматизації».

Очікувані результати навчання:

В результаті вивчення дисципліни студент

має знати:

- структуру, призначення та принцип дії основних елементів і вузлів ІВК;
- алгоритмів функціонування основних елементів і вузлів інформаційновимірювальних комплексів;
- причини виникнення та методи компенсації виникнення похибок в елементах і вузлах інформаційно-вимірювальних комплексів;
- основні програмні засоби, які використовуються для побудови інформаційно-вимірювальних комплексів

має вміти:

- здійснювати вибір функціональних блоків інформаційно-вимірювальних комплексів з метою організації їх сумісної роботи;
- оцінювати метрологічні характеристики основних вузлів та інформаційновимірювальних комплексів в цілому;
- виконувати вибір програмного забезпечення для забезпечення роботи ІВК.

У відповідності з Освітньо-Науковою Програмою робоча програма формує наступні загальні та фахові компетентності:

ЗК1. Здатність проведення досліджень на відповідному рівні.

ФК7. Здатність застосовувати спеціалізоване програмне забезпечення та цифрові технології для розв'язання складних задач і проблем автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій.

У відповідності з Освітньо-Науковою Програмою очікуються наступні програмні результати:

ПРН09. Розробляти функціональну, організаційну, технічну та інформаційну структури систем автоматизації складними технологічними та організаційнотехнічними об'єктами, розробляти програмно-технічні керуючі комплекси із застосуванням мережевих та інформаційних технологій, промислових контролерів, мехатронних компонентів, робототехнічних пристроїв, засобів людино-машинного інтерфейсу та з урахуванням технологічних умов та вимог до управління виробництвом.

ПРН10. Розробляти і використовувати спеціалізоване програмне забезпечення та цифрові технології для створення систем автоматизації складними організаційно-технічними об'єктами, професійно володіти спеціальними програмними засобами.

3. Програма навчальної дисципліни

Денна форма:

№	Теми	Лекції	Лабораторні роботи	Самостійна робота
1	Вступ. Інформаційно-вимірювальні комплекси. Основні поняття та визначення.	2	3	10
2	Аналогові елементи інформаційно-вимірювальних комплексів.	2	3	10
3	Аналого-цифрові елементи ІВК	2	3	10
4	Цифрова частина ІВК.	2	3	10
5	Інтерфейси сполучення сенсорів з обчислювальними системами	2	3	10
6	Протоколи обміну даними для сполучення сенсорів з ПЛК.	2	3	10
7	Програмне забезпечення ІВК	2	3	10
8	Обробка результатів вимірювання в цифрових ІВК	2	3	10
9	Дослідження методів побудови інформаційно-вимірювальних комплексів	2	3	10
10	Математичне моделювання процесу вимірювання в ІВК	2	3	10
11	Методи визначення метрологічних характеристик ІВК	2	3	10
	Всього за курсом	22	33	110

4. Зміст навчальної дисципліни

4.1. План лекцій

№	Тема заняття / план
1	<p>Тема 1. Вступ. Інформаційно-вимірювальні комплекси. Основні поняття та визначення</p> <p>1. Основні тенденції розвитку інформаційно-вимірювальних систем. 2. Використання інформаційно-вимірювальних систем в різних галузях господарства. 3. Основні складові інформаційної техніки.</p>

2	<p>Тема 2. Аналогові елементи інформаційно-вимірювальних комплексів</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Первинні перетворювачі, похибки і методи компенсації. 2. Вимірювальні ланки аналогових елементів 3. Вимірювальні підсилювачі. Коефіцієнти підсилення. 4. Аналогові фільтри 5. Комутатори
3	<p>Тема 3. Аналого-цифрові елементи ІВК</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Цифро-аналогові перетворювачі 2. Аналого-цифрові перетворювачі 3. Інтерфейси АЦП 4. Динамічні параметри АЦП
4	<p>Тема 4. Цифрова частина ІВК</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Промислові комп'ютери та контролери 2. Загальна структура дворівневого ІВК. 3. Модулі збору даних
5	<p>Тема 5. Інтерфейси сполучення сенсорів з обчислювальними системами</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Основні визначення та класифікація інтерфейсів 2. Типові структурні схеми ІВК 3. Міжсистемні інтерфейси (RS-485, RS-232, CAN, I2C)
6	<p>Тема 6. Протоколи обміну даними для сполучення сенсорів з ПЛК</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Протоколи Modbus RTU/Modbus TCP 2. Протокол Profibus 3. Протокол Profinet
7	<p>Тема 7. Програмне забезпечення ІВК</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. SCADA-системи 2. OPC-сервер 3. Системи імітаційного моделювання
8	<p>Тема 8. Обробка результатів вимірювання в цифрових ІВК</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Метод синхронної фільтрації. 2. Метод ковзного середнього. 3. Метод зваженого ковзного середнього. 4. Метод експоненційного ковзного. 5. Фільтр Калмана.
9	<p>Тема 9. Дослідження методів побудови інформаційно-вимірювальних комплексів</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Класифікація методів і способів побудови ІВК з необхідними метрологічними характеристиками 2. Підхід від датчиків і виконавчих механізмів 3. Підхід від обробки даних
10	<p>Тема 10. Математичне моделювання процесу вимірювання в ІВК</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Основні визначення 2. Відомі математичні моделі ІВК та ІВС 3. Приклади розробки математичної моделі
11	<p>Тема 11. Методи визначення метрологічних характеристик ІВС</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Застосуванням розрахункових (теоретичних) методик визначення невизначеності вимірювань 2. Використання методів, що регламентують параметри невизначеностей 3. Оцінка невизначеності за типами А, В 4. Стандартна невизначеність вимірювання 5. Сумарна стандартна невизначеність вимірювання

4.2. План лабораторних занять

№	Тема заняття / план
1	Тема 1. Дослідження основних можливостей програмування ПЛК <ol style="list-style-type: none"> 1. Апаратні та програмні засоби промислової автоматизації; 2. Огляд мов програмування ПЛК таких як LAD, SCL, FBD; 3. Дослідження використання ПЛК Simatic S7-1200 у симуляторі S7-PLCSim.
2	Тема 2. Дослідження аналогових елементів ІВК <ol style="list-style-type: none"> 1. Використання ПЛК Simatic S7-1500 серії; 2. Обробка аналогових сигналів у TIA Portal; 3. Створення візуалізації інтерфейсу в HMI Panel.
3	Тема 3. Аналого-цифрові елементи <ol style="list-style-type: none"> 1. Приклади - масштабування/перетворення аналогового введення/виведення в Tia Portal; 2. Створення інтерфейсу в HMI Panel.
4	Тема 4. Цифрова частина ІВК <ol style="list-style-type: none"> 1. Створення анімації HMI Panel; 2. Програма змішувача (mixer) в TIA Portal.
5	Тема 5. Інтерфейси сполучення сенсорів з обчислювальними системами <ol style="list-style-type: none"> 1. Створення LAD програми роботи світлофора в TIA Portal; 2. Створення візуалізації програми в HMI Panel.
6	Тема 6. Протоколи обміну даними для сполучення сенсорів з обчислювальними системами <ol style="list-style-type: none"> 1. Використання протоколу Modbus в TIA Portal; 2. Дослідження протоколів: PROFINET MPI/PROFIBUS Транспортний протокол TCP/IP.
7	Тема 7. Програмне забезпечення ІВК <ol style="list-style-type: none"> 1. Програмування задач на різних мовах програмування в TIA Portal: Програмування на мові LAD в TIA Portal; Програмування на мові SCL в TIA Portal; Програмування на мові FBD в TIA Portal;
8	Тема 8. Обробка результатів вимірювань в цифрових ІВК Програмування задач з використанням таймерів в TIA Portal.
9	Тема 9. Дослідження методів побудови ІВК <ol style="list-style-type: none"> 1. Програмування ПЛК Siemens S7-1200; 2. Створення HMI панелі оператора, з використанням шкал та графіків.
10	Тема 10. Математичне моделювання процесу вимірювань в ІВК <ol style="list-style-type: none"> 1. Реалізація базових математичних функцій в TIA Portal; 2. Логічних функцій And, Or, Not в TIA Portal.
11	Тема 11. Методи визначення метрологічних характеристик ІВК Дослідницьке завдання. Розробка проєкту автоматизації для ПЛК Siemens за індивідуальним завданням

4.3. Завдання для самостійної роботи

1. Перетворювачі фізичних величин у електричні сигнали сучасних систем автоматизації.
2. Роль та місце перетворювачів фізичних величин у електричні сигнали.
3. Сенсори та їх з'єднання з ПЛК системи автоматизації
4. Класифікація термопар. Температурний діапазон, чутливість, нелінійність.
5. Інтерфейси сполучення сенсорів з обчислювальними системами
6. Аналоговий модуль інтерфейсів PLC Siemens.
7. Можливості модуля з зчитування напруг, струмів та опорів.
8. Цифрові інтерфейси інтеграції сенсорів у системи автоматизації.
9. Оптичні хімічні датчики. Інтенсивність, поляризація та швидкість світла в середовищі.
10. Хемілюмінісцентні детектори
11. Мінімально-струмовий захист.
12. Вибір електричних апаратів
13. Типові вузли схем керування гальмуванням двигунів постійного струму
14. Керування збудженням електродвигунів постійного струму
15. Вузли схем керування гальмуванням асинхронних двигунів
16. Типові схеми керування асинхронними двигунами з фазним ротором
17. Оптичне волокно. Будова, основні елементи, принцип роботи, виготовлення.
18. Оптичне волокно датчики температури, тиску, рівня рідини, швидкості потоку, положення, вібрації та ін.
19. Будова та принцип дії оптичних датчиків газу на основі датчику CO₂
20. Протоколи обміну сучасних АСК ТП.
21. Оптичні датчики тиску. Вимірювання гранично малих значень тиску за допомогою явища інтерференції (незначні переміщення Фабрі-Перо).
22. Призначення і функції систем автоматизованого керування електроприводами
23. Статична стійкість механічного руху
24. Приведення моментів інерції до однієї осі обертання
25. Регулятори напруги постійного струму
26. Електромагнітні контактори. Види та класи.

4.4. Забезпечення освітнього процесу

Персональний комп'ютер, інтернет-браузер Chrome, спеціалізовані лабораторні стенди.

Лекційний курс з дисципліни викладається традиційно, в аудиторії. Бажаним є застосування в ході лекцій комп'ютерного проектору та слайд-презентацій. Конспекти лекцій в електронному вигляді повинні бути розміщені (в межах електронного НМК дисципліни) у мережі університету і бути доступними для студентів, які мають доступ до внутрішньої мережі університету.

Практикум з дисципліни проводиться традиційно, у спеціалізованій лабораторії, для наявні контрольні-вимірювальні прилади, датчики систем автоматизації, програмовані логічні контролери, засоби моделювання технологічних процесів.

Самостійна робота студентів передбачає зокрема вивчення переліку джерел, обов'язкових для самостійного читання (так званий "the reader").

5. Підсумковий контроль

Курс «Дослідження елементів і функціональних вузлів інформаційно-вимірювальних комплексів» завершується заліком. Бали протягом семестру студенти отримують за виконання практичних завдань.

Контрольні запитання до заліку:

Основні визначення, область застосування та ознаки інформаційно-вимірювальних комплексів та інформаційно-вимірювальних систем (ІВК та ІВС)

1. Вимірювання і контроль в системах автоматичного контролю.
2. Вимірювання і контроль в системах технічної діагностики.
3. Загальна характеристика інформаційно-вимірювальних комплексів.
4. Класифікація ІВК та його основні структурні елементи.
5. Основні вимоги до правил і методів випробування інформаційно-вимірювальних комплексів (ІВК).
6. Архітектура інформаційно-вимірювальних комплексів

Аналогові елементи інформаційно-вимірювальних комплексів

7. Термoeлектричні датчики (або термопари).
8. П'єзоелектричні датчики.
9. Датчики масових витрат повітря термоанемометричного типу.
10. Оптиелектронні датчики.

Аналого-цифрові перетворювачі

11. Описати процес аналого-цифрового перетворення безперервних сигналів.

12. Класифікація аналого-цифрових перетворювачів (АЦП) за схемою реалізації.

13. Описати структурну схему АЦП.

Цифро-аналогові перетворювачі

14. Описати процес цифро-аналогового перетворення.

15. Класифікація цифро-аналогових перетворювачів (ЦАП).

16. Описати структурну схему ЦАП на операційному підсилювачі.

Інтерфейси сполучення сенсорів з обчислювальними системами

17. Описати основні відмінності RS-232, RS-422 та RS-485.

18. Описати інтерфейс RS-232.

19. Описати інтерфейс RS-422.

20. Описати інтерфейс RS-485.

Протоколи обміну даними

21. Описати комунікаційний протокол Modbus.
22. Дати характеристику мережі Profibus.
23. Описати протокол верхнього рівня DeviceNet.
24. Дати загальну характеристику шин Interbus і Fipio.

SCADA-системи

25. Дати загальну характеристику відомих SCADA-систем.
26. Дати загальну характеристику програмного пакету Trace Mode 6.
27. Дати загальну характеристику OPC-сервера.
28. Описати порядок створення проєкту у SCADA Trace Mode 6.
29. Описати порядок створення проєкту у TIA Portal.
30. Як використовується програмне забезпечення WinCC в SCADA-системах?
31. Використання (представлення) ПЛК S7-300 та S7-1500 в TIA Portal.
32. Пристрої, що інтегруються з TIA Portal.
33. Описати програмне забезпечення PLCSIM.

Приклад практичного завдання:

1. Написати приклад програми мовою LAD в TIA Portal для реалізації функції
$$y = \overline{x_1 x_3} + \overline{x_1 x_2 x_3} + \overline{x_1 x_3 x_4} + \overline{x_2 x_4}.$$

Приклад варіанту залікового білету:Чорноморський національний університет імені Петра Могили

(повне найменування вищого навчального закладу)

Освітньо-кваліфікаційний рівень магістрГалузь знань 17 Електроніка, автоматизація та електронні комунікаціїСпеціальність 174 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехнікаСеместр 4Навчальна дисципліна Дослідження елементів і функціональних вузлів інформаційно-вимірювальних комплексів**ЗАЛІКОВИЙ БІЛЕТ № 0**

1. Аналогові і цифрові датчики ІВК.
2. Призначення SCADA-систем промислової автоматизації.
3. Практичне завдання

Затверджено на засіданні
кафедри, циклової комісії
Протокол №2 від „27” серпня 2024 року

Завідувач кафедри, голова циклової комісії _____
(підпис)

Екзаменатор _____
(підпис)

Сіделєв М.І.
(прізвище та ініціали)

Сіделєв М.І.
(прізвище та ініціали)

6. Критерії оцінювання та засоби діагностики результатів навчання

№	Вид діяльності (завдання)	Максимальна кількість балів
1	Лабораторна робота №1	6
2	Лабораторна робота №2	6
3	Лабораторна робота №3	6
4	Лабораторна робота №4	6
5	Лабораторна робота №5	6
6	Лабораторна робота №6	6
7	Лабораторна робота №7	6
8	Лабораторна робота №8	6
9	Лабораторна робота №9	6
10	Лабораторна робота №10	6
11	Дослідницьке завдання. Розробка проєкту автоматизації для ПЛК Siemens за індивідуальним завданням	10
12	Залік	30
	Всього	100

Критерії оцінювання завдань для досягнення максимальної кількості балів у 4 семестрі

6 балів студент отримує у випадку повної відповіді на запитання з застосуванням творчого підходу;

5 балів студент отримує за повну відповідь;

4 бали студент отримує, якщо у відповіді є незначні недоліки;

3 бали студент отримує, якщо відповідь містить 50% знань;

2 бали студент отримує, якщо відповідь містить 25% знань.

Студент виконує науково-практичне завдання (НПЗ) за темою, яку він сам обирає, але за узгодженням з викладачем. Обсяг звіту НПЗ 10-15 сторінок. За НПЗ студент отримує максимально 10 балів.

Критерії оцінки виконання науково-практичного завдання

Показник	Максимальна кількість балів
Адекватність формалізації умов задачі	2
Обґрунтованість вибору методу (моделі, алгоритму) рішення	2
Побудовання алгоритму програми, представлення блок-схеми алгоритму за існуючими стандартами	2
Повнота аналізу отриманих результатів (висновки)	2
Звіт оформлений (форматований) якісно за існуючими стандартами на факультеті	2
Разом	10

Проведення підсумкового контролю знань. Результатом вивчення дисципліни виступає отримання заліку. На залік відводиться максимальна кількість балів - 30 балів.

На заліку студент отримує із зазначеного вище списку 2 теоретичних питання і 1 практичне завдання, за результатами котрого він може отримати до 30 балів (по 10 за кожену відповідь).

30 балів виставляється студентові, котрий всебічно, безпомилково, ґрунтовно і в логічній послідовності відповідає на поставлені запитання, знає основні та додаткові наукові джерела, вирішив повністю завдання.

20 балів виставляється студентові, котрий виявив повне знання з поставлених питань та володіє методами виконання практичних завдань, знає основні та додаткові джерела, але не вирішив практичне завдання.

10 балів отримує студент, котрий не виявив знання суттєвих елементів навчального матеріалу і виконує практичні завдання з незначними помилками, але має необхідні знання, щоб виправити їх за допомогою викладача, має уявлення про зміст основних та додаткових науково-методичних джерел.

Оцінка «незараховано» виставляється студентові, котрий не володіє знаннями суттєвих елементів навчального матеріалу, припускається глибоких помилок під час виконання практичних завдань і не має достатньої підготовки для їх виправлення за допомогою викладача.

7. Рекомендовані джерела інформації

1. Проектування комп'ютеризованих інформаційно-вимірювальних систем. Конспект лекцій [Електронний ресурс]: навчальний посібник для здобувачів ступеня магістра за освітньо-професійною програмою «Інформаційні вимірювальні технології» спеціальності 152 Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка / КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: В. Г. Здоренко, Н. М. Защепкіна, С. В. Барилко, Г. І. Войченко, С. М. Лісовець, О. М. Маркіна. – Електронні текстові дані (1 файл: 10,5 Мбайт). – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 262 с. – Назва з екрана.
2. Защепкіна Н. М., Шульга О. В., Наконечний О. А. Метрологічне забезпечення інформаційно-вимірювальних систем : навч. посіб. для студ. спец. 152 «Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка» / Н. М. Защепкіна, О. В. Шульга, О. А. Наконечний – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 176 с.
3. Стрембіцький М.О. Проектування комп'ютеризованих вимірювальних систем і комплексів : навч. посіб. / М. О. Стрембіцький, М. І. Паламар, А. М. Паламар. – Тернопіль: вид-во Джура, 2018. – 150 с.

4. Теоретичні основи інформаційно-вимірювальних систем: Підручник / П. Бабак, С.В. Бабак, В.С. Єременко та ін.; за ред. чл.-кор. НАН України В.П. Бабака / 2-е вид., перероб. і доп. – К.: Ун-т новітніх технологій; НАУ, 2017. – 496 с.
5. Проектування комп'ютеризованих вимірювальних систем і комплексів. Навч. пос. / М. Паламар, М. Стрембіцький, А. Паламар. – Тернопіль, 2018. – 150 с.
6. Бочков В. М. Обладнання автоматизованого виробництва. Підручник / В. М. Бочков, Р. І. Сілін. – Львів, Вид – во ЛПП, 2015. – 404 с
7. Ельперін І.В., Пупена О.М., Сідлецький В.М, Швед С.М. Автоматизація виробничих процесів. Підручник. Київ: Ліра-К, 2015, 378с.
8. Проць Я. І. Автоматизація виробничих процесів. Навч. посібник / Я. І. Проць, В. Б. Савків, О. К. Шкодзінський, О. Л. Ляшук. – Тернопіль, ТНТУ, 2011. – 344 с.
9. Метрологія у галузі зв'язку. Книга 1. Загальні електрорадіовимірювання: Посібник / Л.В. Коломієць, П.П. Воробієнко, М.Т. Козаченко, М.Б. Налісний, Л.О. Козаченко, О.В. Грабовський. – Одеса: ТОВ «ВМВ», 2009. - 480 с.
10. Засоби та методи вимірювань неелектричних величин : підруч. / Є.С. Поліщук, М.М. Дорожовець, Б.І. Стадник та ін.; за ред. Є.С. Поліщука. – Львів: Бескид Біт, 2008.
11. ДСТУ ISO 10012:2005 Системи керування вимірюванням. Вимоги до процесів вимірювання та вимірювального обладнання. – К.: Держспоживстандарт України, 2007. -19 с.