

Міністерство освіти і науки України  
Національний університет кораблебудування  
імені адмірала Макарова  
Херсонський навчально-науковий інститут

Кафедра автоматики та електроустаткування

T7637



**ЗАТВЕРДЖЕНО**  
Заступник директора з  
навчальної роботи  
к.т.н., проф. Дудченко О.М.

## ***РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ***

### **Program of the Discipline**

## **ЕЛЕМЕНТИ І ПРИСТРОЇ АВТОМАТИКИ ТА СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ**

### **Elements and devices of automatics and control systems**

рівень вищої освіти      *перший (бакалаврський)*

тип дисципліни          *вибіркова*

мова викладання        *українська*

**Херсон – 2023**

Робоча програма навчальної дисципліни «Елементи і пристрої автоматики та систем управління» є однією із складових комплексної підготовки фахівців галузі знань 15 «Автоматизація та приладобудування», спеціальність 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології», освітньо-професійна програма «Автоматизоване управління технологічними об'єктами та комплексами».

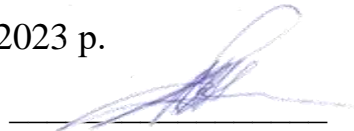
«27» серпня 2023 року. – 15 с.

Розробник: Надточій А.В., к.т.н., доцент.

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Елементи і пристрої автоматики та систем управління» розглянуто на засіданні кафедри автоматики та електроустаткування.

Протокол № 01 від «28» серпня 2023 р.

В.о. завідувача кафедри



А.В. Надточій

Робоча програма навчальної дисципліни «Елементи і пристрої автоматики та систем управління» затверджена методичною радою ХННІ НУК.

Протокол № 01 від «29» серпня 2023 р.

Голова МР ХННІ НУК



О.М. Дудченко

© ХННІ НУК, 2023 рік

## ЗМІСТ

Вступ .....	4
1. Опис навчальної дисципліни .....	5
2. Мета вивчення навчальної дисципліни .....	6
3. Передумови для вивчення дисципліни .....	6
4. Очікувані результати навчання .....	6
5. Програма навчальної дисциплін.....	6
6. Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методи їх демонстрування	9
7. Форми поточного та підсумкового контролю.....	10
8. Критерії оцінювання результатів навчання .....	13
9. Засоби навчання .....	14
10. Рекомендовані джерела інформації .....	14
Додаток.....	15

## ВСТУП

### Анотація

Робочою програмою навчальної дисципліни «Елементи і пристрої автоматики та систем управління» передбачено формування у здобувачів вищої освіти знань про конструкцію та принципи дії елементів автоматики.

Основним завданням вивчення дисципліни «Елементи і пристрої автоматики та систем управління» є опанування здобувачами вищої освіти принципами побудови, особливостей статичних та динамічних характеристик, а також області застосування елементів систем автоматичного керування.

Сучасні системи автоматики включають в себе багато різноманітних елементів та пристроїв, що взаємодіють між собою, виконуючи певні функції. При розробці та налагодженні системи автоматичного керування необхідно враховувати характеристики всіх її елементів. Тому, фахівці в галузі автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій повинні знати принципи дії основних елементів та пристроїв автоматики і мати навички роботи з ними.

**Ключові слова:** елемент, пристрій, система керування.

### Annotation

The work program of the educational discipline «Elements and devices of automation and control systems» provides for the formation of knowledge about the design and principles of operation of automation elements in students of higher education.

The main task of studying the discipline «Elements and devices of automation and control systems» is to master the principles of construction, features of static and dynamic characteristics, as well as areas of application of elements of automatic control systems.

Modern automation systems include many different elements and devices that interact with each other, performing certain functions. When developing and setting up an automatic control system, it is necessary to take into account the characteristics of all its elements. Therefore, specialists in the field of automation and computer-integrated technologies must know the principles of operation of the main elements and devices of automation and have the skills to work with them.

**Keywords:** element, device, control system.

## 1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність (освітня програма), освітній рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 5	Галузь знань 15 – Автоматизація та приладобудування	Вибіркова	
Модулів – 1		<b>Рік підготовки</b>	
Змістових модулів – 2		2-й	2-й
Електронна адреса на сайті ХННІ НУК: <a href="http://www.kb.nuos.edu.ua/Licensing%20and%20accreditation%20specialties/b-automation-and-computer-integrated-technologies-b.html">http://www.kb.nuos.edu.ua/Licensing%20and%20accreditation%20specialties/b-automation-and-computer-integrated-technologies-b.html</a>	Спеціальність 151 – «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»  Освітня програма «Автоматизоване управління технологічними об'єктами та комплексами»	<b>Семестри</b>	
Індивідуальне науково-дослідне завдання - немає		4-й	4-й
Загальна кількість годин - 150		<b>Лекції</b>	
		4-й семестр - 30 год.	4 год.
		<b>Практичні</b>	
		4-й семестр - 30 год.	4 год.
		<b>Лабораторні</b>	
	-	-	
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних: 4-й семестр – 4;  самостійної роботи студента: 4-й семестр – 6.	<b>Освітній рівень: перший (бакалаврський)</b>	<b>Самостійна робота</b>	
		4-й семестр - 90 год.	142 год.
		<b>Індивідуальні завдання: год.</b>	
		-	
		<b>Види контролю: 4-й семестр - залік</b>	
		<b>Форма контролю: комбінована (письмовий контроль, тестовий контроль)</b>	

## **2. Мета вивчення навчальної дисципліни**

Метою вивчення навчальної дисципліни «Елементи і пристрої автоматики та систем управління» є формування у здобувачів вищої освіти відповідно таких 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;

- здатність до пошуку, опрацювання та аналізу інформації з різних джерел;

- 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.

## **3. Передумови для вивчення дисципліни**

Передумовами для вивчення даної дисципліни є дисципліни: «Фізика», «Технології обробки інформації енергетичних об'єктів», «Теорія автоматичного керування».

## **4. Очікувані результати навчання**

Вивчення навчальної дисципліни передбачає формування та розвиток у здобувачів вищої освіти таких результатів навчання:

- знати принципи роботи технічних засобів автоматизації та вміти обґрунтувати їх вибір на основі аналізу їх властивостей, призначення і технічних характеристик з урахуванням вимог до системи автоматизації та експлуатаційних умов; мати навички налагодження технічних засобів автоматизації та систем керування.

## **5. Програма навчальної дисципліни**

### **Модуль 1.**

#### **Змістовий модуль 1. Класифікація елементів автоматики; датчики струму і температури.**

**Тема 1.** Основні поняття та класифікація елементів автоматики.

Джерела інформації: [1-7].

**Тема 2.** Датчики струму.

Джерела інформації: [1-7].

**Тема 3.** Датчики температури.

Джерела інформації: [1-7].

## **Змістовий модуль 2. Датчики параметрів руху.**

**Тема 4.** Потенціометричні та мікромашинні датчики переміщень.  
Джерела інформації: [1-7].

**Тема 5.** Оптичні енкодери.  
Джерела інформації: [1-7].

**Тема 6.** Акселерометри і гіроскопи.  
Джерела інформації: [1-7].

**Тема 7.** Технологія злиття даних (Sensor fusion).  
Джерела інформації: [1-7].

## 5.1. Тематичний план навчальної дисципліни

Назва змістових модулів і тем дисципліни	Кількість годин							
	Денна форма навчання				Заочна форма навчання			
	Разом	у тому числі			Разом	у тому числі		
		Лекції	Практична робота	Самостійна робота		Лекції	Практична робота	Самостійна робота
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Змістовий модуль 1. . Класифікація елементів автоматики; датчики струму і температури</b>								
Тема 1. Основні поняття та класифікація елементів автоматики	22	4	4	14	70	2	2	22
Тема 2. Датчики струму	24	5	5	14				22
Тема 3. Датчики температури	24	5	5	14				22
<b>Разом за змістовим модулем 1</b>	<b>70</b>	<b>14</b>	<b>14</b>	<b>42</b>	<b>70</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>66</b>
<b>Змістовий модуль 2. Датчики параметрів руху</b>								
Тема 4. Потенціометричні та мікромашинні датчики переміщень	20	4	4	12	80	2	2	19
Тема 5. Оптичні енкодери	20	4	4	12				19
Тема 6. Акселерометри і гіроскопи	20	4	4	12				19
Тема 7. Технологія злиття даних (Sensor fusion)	20	4	4	12				19
<b>Разом за змістовим модулем 2</b>	<b>80</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>48</b>	<b>80</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>76</b>
<b>Усього годин</b>	<b>150</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>90</b>	<b>150</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>142</b>

Примітка: для здобувачів вищої освіти заочної форми навчання читаються оглядові лекції за темами модулів в обсягах відповідно до таблиці.



## 5.2. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
1	Основні поняття та класифікація елементів автоматики	2	2
2	Датчики струму	2	
3	Датчики температури	2	
4	Потенціометричні та мікромашинні датчики переміщень	2	2
5	Оптичні енкодери	2	
6	Акселерометри і гіроскопи	2	
7	Технологія злиття даних (Sensor fusion)	2	
<b>Разом</b>		<b>30</b>	<b>4</b>

## 5.3. Розподіл годин самостійної роботи

№ з/п	Вид роботи	Кількість годин		
		Норматив	Денна форма	Заочна форма
1	Підготовка до лекційних занять	1-2 год /1 лекцію	15	30
2	Підготовка до практичних занять	1-2 год/1 заняття	15	30
3	Підготовка до поточного модульного контролю	підготовка до контрольних заходів – 15 (30) год. на 1 захід	45	-
4	Підготовка до заліку		15	30
5	Виконання контрольної роботи	мінімум 30 годин на 1 роботу	-	52
<b>Разом</b>			<b>90</b>	<b>142</b>

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

В якості методів навчання для всіх видів занять використовується:

- робота з літературою, як опрацювання різних видів джерел, спрямоване на формування нових знань, їх закріплення, вироблення вмінь і навичок та реалізацію контрольної-корекційної функції в умовах формальної освіти;
- пояснення, як словесне розкриття причинно-наслідкових зв'язків і закономірностей у розвитку природи, людського суспільства і людського мислення.

Для лекційних занять застосовується:

- лекція, як усний виклад навчального матеріалу, що характеризується великим обсягом, складністю логічних побудов, сконцентрованістю розумових образів, доведень і узагальнень;
- ілюстрування, як показ та сприйняття предметів, процесів і явищ у їх символічному зображенні за допомогою плакатів, карт, портретів, фотографій, схем, репродукцій, звукозаписів тощо;
- відеометод, як використання відеоматеріалів для активізації наочно чуттєвого сприймання, що забезпечує більш легке і міцне засвоєння знань в їх образно-понятійній цілісності та емоційній забарвленості.

Для практичних занять застосовується:

- практична робота, як метод поглиблення і закріплення теоретичних знань та перевірки наукових висновків.

Засобами оцінювання та методами демонстрування результатів навчання є:

- усні відповіді на практичних заняттях;
- письмовий контроль результатів навчання;
- поточний модульний контроль у формі тестування;
- контрольні роботи (для здобувачів вищої освіти заочної форми навчання);
- залік.

## **7. Форми поточного та підсумкового контролю**

Досягнення здобувача вищої освіти оцінюються за 100-бальною системою університету.

Підсумкова оцінка навчального курсу включає в себе оцінки з поточного контролю і оцінки заключного заліку.

Питома вага заключного заліку в загальній системі оцінок – 40 балів. Право здавати заключний залік дається здобувачу вищої освіти, якій з урахуванням максимальних балів проміжних оцінок і заключного заліку набирає не менше 60 балів. Підсумкова оцінка навчального курсу є сумою проміжних оцінок і оцінки заліку.

Поточний контроль проводиться після вивчення кожного з модулів дисципліни. Він передбачає оцінювання теоретичної підготовки здобувачів вищої освіти із зазначеної теми (у тому числі, самостійно опрацьованого матеріалу) під час виконання завдань практичних робіт.

Семестровий підсумковий контроль з дисципліни проводиться після закінчення її вивчення у комбінованій формі проведення заліку (тестування та усна компонента).

При виставленні підсумкової оцінки (балів) з навчального курсу враховуються результати поточного контролю.

Виконання контрольної роботи є обов'язковою умовою для здобувачів вищої освіти, що навчаються за заочною формою. Завдання для контрольних робіт добираються з теоретичних питань і тестів, що охоплюють зміст робочої програми дисципліни.

Зарахування кредитів навчального курсу можливо тільки після досягнення результатів, запланованих РПНД, що виражається в одній з позитивних оцінок, передбачених чинним законодавством.

## 7.1. Форми контролю результатів навчальної діяльності здобувачів вищої освіти та їх оцінювання

### Практична робота

Бал	Критерії оцінювання
8	Робота виконана у встановлений термін. Виконана самостійно, чітко сформульовані цілі, завдання та гіпотеза досліджень. Застосовувалися коректні методи обробки отриманих результатів. У висновках проведена коректна інтерпретація результатів. Надані часткові усні відповіді на запитання стосовно теоретичних основ роботи.
5	Робота виконана у встановлений термін. Здобувач вищої освіти виконує практичну роботу згідно з інструкцією; в цілому правильно складає звіт та робить висновки. Здобувач вищої освіти відмовляється надавати усні запитання.
4	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Здобувач вищої освіти виконує практичну роботу згідно з інструкцією; складає звіт містить неточності у висновках та помилки. Надані повні усні відповіді на запитання стосовно теоретичних основ роботи.
3	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Здобувач вищої освіти виконує практичну роботу згідно з інструкцією; складений звіт містить неточності у висновках та помилки. Надані часткові усні відповіді на запитання стосовно теоретичних основ роботи.
2	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Здобувач вищої освіти виконує практичну роботу під керівництвом викладача; складений звіт містить неточності у висновках та помилки. Здобувач вищої освіти відмовляється надавати усні запитання.
0	Робота не виконувалася

### Критерії оцінювання поточного модульного контролю знань здобувачів вищої освіти у формі тестування (для денної форми навчання)

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

### 7.2. Узагальнюючі результати поточного контролю знань здобувачів вищої освіти за модулями та формами навчання

Форма контролю	Максимальна кількість балів	
	Денна форма	Заочна форма
Виконання практичних робіт	5 роб. × 8 балів = 40 балів	5 роб. × 8 балів = 40 балів
Поточний модульний контроль	2 МКР × 10 балів = 20 балів	-
Виконання контрольних робіт	-	2 роб. × 10 балів = 20 балів
<b>Всього</b>	<b>60</b>	<b>60</b>

## Система нарахування рейтингових балів та критерії оцінювання контрольної роботи (для заочної форми навчання)

Бал	Критерії оцінювання
10	Робота виконана у встановлений термін. Матеріал викладено у достатньому обсязі, аргументовано і у правильній послідовності. Правильно сформульовані узагальнюючі висновки. Робота достатньо ілюстрована, оформлена акуратно, з дотриманням вимог до технічної документації. Під час захисту роботи здобувач вищої освіти вільно орієнтується в матеріалах
7	Робота виконана у встановлений термін. Матеріал викладено у достатньому обсязі, логічно. Використані рекомендовані джерела інформації. Правильно сформульовані узагальнюючі висновки. Робота оформлена акуратно, з дотриманням вимог до технічної документації. Під час захисту роботи здобувач вищої освіти орієнтується в матеріалах, у відповідях є неточності
5	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Матеріал викладено у правильній послідовності, але недостатньо повно. Недостатньо використані рекомендовані джерела інформації. Висновки сформульовані формально або не зв'язані з матеріалами роботи. В оформленні роботи є порушення вимог до технічної документації. Під час захисту роботи здобувач вищої освіти в цілому орієнтується в матеріалах, у відповідях є помилки та неточності
2	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Матеріал викладено безсистемно, висновки сформульовані формально або відсутні. Робота оформлена неохайно, з порушенням вимог до технічної документації. Під час захисту роботи здобувач вищої освіти слабо орієнтується в матеріалах, у відповідях є помилки
0	Роботу не виконано

### Підсумковий контроль знань здобувачів вищої освіти у формі комплексного заліку

Підсумковий контроль знань здобувачів вищої освіти складається з тестування, усної відповіді на одне контрольне питання та двох практичних задач.

### Критерії оцінювання тестування здобувачів вищої освіти

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

### Критерії оцінювання задачі здобувачів вищої освіти

Бал	Критерії оцінювання
1	2
10	Рішення представлено повне, коректне, з чіткими поясненнями, відповідь правильна
8	Рішення представлено у вигляді формул, правильно використаних, але без пояснень, відповідь правильна
6	Рішення представлено повне, коректне, з чіткими поясненнями, відповідь неправильна у зв'язку із помилками при виконанні розрахунків
4	Рішення представлено у вигляді формул, правильно використаних, але без пояснень, відповідь неправильна у зв'язку із помилками при виконанні розрахунків
2	Рішення представлено неповне, більш ніж наполовину, правильна відповідь відсутня
0	Рішення не представлено взагалі або неповне, менш ніж наполовину

### Критерії оцінювання усної відповіді здобувачів вищої освіти

Бал	Критерії оцінювання
10	Відповідь надана повна, ґрунтовна, чітка, при наданні відповіді представлені необхідні математичні викладки та схемні рішення, надані пояснення особливостей використання даного теоретичного знання на практиці, наведено приклади такого використання
7	Відповідь надана повна, ґрунтовна, але спостерігаються невпевненість та труднощі при відповідях на уточнюючі запитання, хоча при наданні відповіді представлені необхідні математичні викладки та схемні рішення, надані пояснення особливостей використання даного теоретичного знання на практиці, наведено приклади такого використання
5	Відповідь надана не повна, але висвітлено більше половини питання, спостерігаються невпевненість та труднощі при відповідях на уточнюючі запитання, представлені основні математичні залежності та схемні рішення, надані пояснення особливостей використання даного теоретичного знання на практиці, з наведенням прикладу такого використання виникли труднощі
3	Відповідь надана не повна, висвітлено менше половини питання, спостерігаються невпевненість та труднощі при відповідях на уточнюючі запитання, представлені деякі математичні залежності та схемні рішення, надані пояснення особливостей використання даного теоретичного знання на практиці, з наведенням прикладу такого використання виникли труднощі
1	Відповідь надана не повна, висвітлено менше половини питання, спостерігаються невпевненість та труднощі при відповідях на уточнюючі запитання, не в змозі представити математичні залежності та схемні рішення, а також пояснення особливостей використання даного теоретичного знання на практиці
0	Відповідь не надана взагалі або абсолютно не відповідає питанню

### 8. Критерії оцінювання результатів навчання

№ змістового модуля	Тема	Денна форма		Заочна форма	
		Вид роботи	Кількість балів	Вид роботи	Кількість балів
ЗМ 1	Т1, Т2	Практична робота № 1	8	Практична робота № 1	8
	Т3	Практична робота № 2	8	Практична робота № 2	8
	-	-	-	Контрольна робота	10
ПМК 1			10	-	-
ЗМ 2	Т4, Т5	Практична робота № 3	8	Практична робота № 3	8
	Т6	Практична робота № 4	8	Практична робота № 4	8
	Т7	Практична робота № 5	8	Практична робота № 5	8
	-	-	-	Контрольна робота	10
ПМК 2			10	-	-
Підсумковий контроль		Залік, в т.ч.	40	Залік, в т.ч.	40
		Тестування	10	Тестування	10
		Усна відповідь	10	Усна відповідь	10
		Задача	20	Задача	20
Сума			<b>100</b>		<b>100</b>

## 9. Засоби навчання

Технічні засоби навчання: мультимедійний проектор, персональні комп'ютери з підключенням до мережі Інтернет.

При проведенні занять за дистанційною формою навчання використовуються дистанційні платформи й інформаційно-комунікаційні технології (Moodle, Google Classroom, DingTalk, ZOOM Cloud Meetings, Skype, Viber, WeChat, Telegram, соціальні мережі тощо).

## 10. Рекомендовані джерела інформації

### Основна література

1. Вимірювальні перетворювачі систем автоматичного керування: Методичні вказівки до лабораторних робіт / Ю.П. Кондратенко, Г.В. Кондратенко, О.О. Черно, А.К. Попов. Під ред. Ю.П. Кондратенка. – Миколаїв: НУК, 2007. – 24 с.

2. Калінов А.П. Елементи автоматизованого електропривода. – Кременчук: Видавництво ПП Щербатих О.В., 2014. – 276 с.

3. Черно О.О. Елементи і пристрої автоматики та систем управління: Конспект лекцій. Миколаїв, 2020. 31 с.

### Допоміжна література

4. Серeda О.Г. Безконтактні елементи автоматики в електропобутовій техніці: Навч. посібник для студентів вищих технічних навчальних закладів. – Харків: НТУ «ХП», 2007. – 250 с. Режим доступу: <https://enext.ua/upload/books/o-g-sereda-ehlementy-avtomatiki.pdf>

5. Невлюдов І.Ш. Технічні засоби автоматизації: Підручник / І.Ш. Невлюдов, А.О. Андрусевич, О.І. Филипенко, Н.П. Демська, С.П. Новоселов. – Кривий Ріг Криворізький коледж НАУ, 2019 р. – 366 с.

6. Автоматизація виробничих процесів : підручник / О. І. Черевко, Л. В. Кіптєла, В. М. Михайлов, О. Є. Загоруйко ; Харк. держ. ун-т харчування та торгівлі. – Харків, 2014. – 186 с.

7. Ларичева Л.П. Контроль та автоматичне регулювання хіміко-технологічних процесів: навч. посібник/Л.П. Ларичева, М.Д. Волошин, О.П. Луценко – Дніпродзержинськ: ДДТУ, 2015. – 320 с. Режим доступу: <https://www.dstu.dp.ua/Portal/Data/3/22/2-7-b5.pdf>

### Інформаційні ресурси в Інтернеті

8. Національна бібліотека України ім. В.І. Вернадського. URL: <http://www.nbuv.gov.ua>.

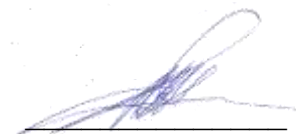
9. Офіційний сайт Верховної Ради України. URL: <http://www.rada.gov.ua>.

10. Офіційний сайт ХННІ НУК. URL: <http://kb.nuos.edu.ua>.

Розробник:

к.т.н., доцент кафедри

автоматики та електроустаткування



А.В. Надточій

## Питання для модульного контролю знань

### Контрольні питання до 1-го модуля

1. Поняття елемента системи управління.
2. Класифікація елементів автоматики за функціональним призначенням.
3. Шунт як датчик струму. Переваги та недоліки.
4. Трансформатор струму. Конструкція, переваги та недоліки.
5. Датчик струму на основі датчика Хола. Конструкція, переваги та недоліки.
6. Конструкція, принцип дії, переваги та недоліки терморпарі.
7. Різновиди терморезисторних датчиків. Переваги та недоліки.
8. Напівпровідниковий датчик температури. Переваги та недоліки.

### Контрольні питання до 2-го модуля

9. Потенціометричні датчики переміщень. Конструкція, переваги та недоліки.
10. Синусно-косинусний поворотний трансформатор. Конструкція, схема з'єднання обмоток, переваги та недоліки.
11. Лінійний поворотний трансформатор. Схема з'єднання обмоток, переваги та недоліки.
12. Конструкція, принцип дії та основні режими роботи сельсинів.
13. Інкрементальні оптичні енкодери. Схема та алгоритм роботи.
14. Абсолютний оптичний енкодер. Код Грея.
15. Оптичні енкодери на базі інтерферометрії Муара.
16. Оптичні енкодери з фазовою дифракційною решіткою.
17. Основні типи акселерометрів, конструкції, принцип дії.
18. Області застосування акселерометрів, їх переваги та недоліки.
19. Основні типи гіроскопів, конструкції, принцип дії.
20. Технологія злиття даних.