



# Прецизійні інтелектуальні мехатронні системи контролю та діагностики

## Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

### Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>17 «Електроніка, автоматизація та електронні комунікації»</i>
Спеціальність	<i>174 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка»</i>
Освітня програма	<i>Комп'ютерно-інтегровані системи та технології в приладобудуванні</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>4 курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>4 кредити ЄКТС/120 годин (СРС-48год, Лекц-36год, Практ-36год.)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік, МКР</i>
Розклад занять	<i>Згідно з розкладом на сайті <a href="http://roz.kpi.ua/">http://roz.kpi.ua/</a></i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про викладача	<i>Лектор: д.т.н., професор Безвесільна Олена Миколаївна Практичні: д.т.н., професор Безвесільна Олена Миколаївна <a href="mailto:o.bezvesilna@gmail.com">o.bezvesilna@gmail.com</a></i>
Розміщення курсу	<i><a href="https://classroom.google.com/h">https://classroom.google.com/h</a></i>

### Програма навчальної дисципліни

#### 1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Прецизійні інтелектуальні мехатронні системи контролю та діагностики (МСКД) є невід'ємною частиною інтелектуальних мехатронних систем. Їх використання забезпечило: збільшення електричної потужності, поліпшення динамічних характеристик об'єктів керування (їх керованість, можливості керування, скорочення ваги і габаритів при одночасному підвищенні швидкодії та обсягів пам'яті); подальший розвиток програмного забезпечення, вдосконалення комп'ютерної техніки, реалізацію інтелектуальних методів керування нечіткої логіки, нейронних мереж, генетичних алгоритмів.

**Предмет дисципліни** – прецизійні інтелектуальні мехатронні системи контролю та діагностики.

**Метою викладання** дисципліни є **формування у студентів компетентностей:**

- Здатність виконувати аналіз об'єктів автоматизації на основі знань про процеси, що в них відбуваються та застосовувати методи теорії автоматичного керування для дослідження, аналізу та синтезу прецизійних інтелектуальних мехатронних систем. (ФК 3)

- Здатність застосовувати методи системного аналізу, математичного моделювання, ідентифікації та числові методи для розроблення математичних моделей окремих елементів та прецизійних інтелектуальних мехатронних систем у цілому, для аналізу якості їх функціонування із використанням новітніх комп'ютерних технологій. (ФК 4)
- Здатність обґрунтовувати вибір методів та засобів контролю та діагностики прецизійних інтелектуальних мехатронних систем на основі розуміння принципів їх роботи, аналізу їх властивостей, призначення і технічних характеристик з урахуванням вимог до прецизійної інтелектуальної мехатронної системи і експлуатаційних умов; налагоджувати прецизійні мехатронні системи. (ФК 5)

Студенти після засвоєння дисципліни мають продемонструвати такі **результати навчання:**

- Знати принципи роботи прецизійних інтелектуальних мехатронних систем та вміти обґрунтувати їх вибір на основі аналізу їх властивостей, призначення і технічних характеристик з урахуванням вимог до прецизійних інтелектуальних мехатронних систем та експлуатаційних умов; мати навички налагодження прецизійних інтелектуальних мехатронних систем. (ПРН 8)
- 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. (ПРН 9)
- Вміти обґрунтовувати вибір структури та розробляти прикладне програмне забезпечення для мікропроцесорних систем управління на базі локальних засобів автоматизації, промислових логічних контролерів та програмованих логічних матриць і сигнальних процесорів. (ПРН 10)
- Вміти виконувати роботи з проектування систем автоматизації, знати зміст і правила оформлення проектних матеріалів, склад проектної документації та послідовність виконання проектних робіт з урахуванням вимог відповідних нормативно правових документів та міжнародних стандартів. (ПРН 11)

## **2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)**

Дисципліна «Прецизійні інтелектуальні мехатронні системи контролю та діагностики» базується на знаннях, здобутих студентами при вивченні таких дисциплін: вища математика, фізика, електроніка, програмування, матеріалознавство. Знання, отримані під час вивчення цієї дисципліни, можуть бути використані під час виконання дипломного проекту бакалавра.

## **3. Зміст навчальної дисципліни**

### **РОЗДІЛ 1. ЕТАПИ РОЗВИТКУ, ПОЛОЖЕННЯ ТА ВИЗНАЧЕННЯ**

#### **ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ПРЕЦИЗІЙНИХ МСКД**

### **РОЗДІЛ 2. ВИМІРЮВАЛЬНІ ПЕРЕТВОРЮВАЧІ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ**

#### **ПРЕЦИЗІЙНИХ МСКД**

### **РОЗДІЛ 3. ПЕРЕТВОРЮВАЧІ РУХУ В ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ПРЕЦИЗІЙНИХ МСКД**

### **РОЗДІЛ 4. ВИКОНАВЧІ ПРИСТРОЇ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ПРЕЦИЗІЙНИХ МСКД**

### **РОЗДІЛ 5. МЕТОДИ ПОБУДОВИ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ПРЕЦИЗІЙНИХ МСКД**

## **4. Навчальні матеріали та ресурси**

**Базова література:**

1. Безвесільна О.М., Тимчик Г.С. Наукові дослідження в галузі автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій: Підручник. – Київ, КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. –592 с.
2. Безвесільна О.М. Вимірювання геометричних параметрів та параметрів руху об'єктів. Прецизійні SMART мехатронні комплекси вимірювання параметрів руху експериментів / Безвесільна О.М., Подчашинський Ю.О., Котляр С.С. – Київ : ДП «Редакція інформаційного бюлетеня «Офіційний вісник Президента України», 2021. – 300с.

#### **Допоміжна література**

1. Безвесільна О.М. Перетворювачі фізичних величин (Технічні засоби автоматизації): Підручник. – НПО «Пріоритети»: К., 2019. – 809 с.
2. Безвесільна О.М., Коробійчук І.В., Тимчик Г.С. Автоматизований електропривод / Підручник з грифом МОНУ. – НПО «Пріоритети»: К., 2016 – 452 с.
3. Безвесільна О.М., Тимчик Г.С. Технологічні вимірювання та прилади / Безвесільна О.М., Тимчик Г.С. Підручник з грифом МОНУ. – НПО «Пріоритети»: К., 2012. –812 с.
4. Безвесільна О.М. , Подчашинський Ю.О. Наукові дослідження в галузі автоматизації та приладобудування. Проектування та моделювання комп'ютеризованих інформаційно-вимірювальних систем. Підручник. - ДП «Редакція інформаційного бюлетеня «Офіційний вісник Президента України»: К. 2021. – 896 с.
5. Безвесільна О.М., Киричук Ю.В., Назаренко Н.М. Перетворювачі механічних величин в електричні. Навч. посібн. з грифом КПІ Київ: електронне мережне навчальне видання, 2022. Гриф надано Методичною радою КПІ ім. Ігоря Сікорського К. 2021. – 156 с.  
Доступ:  
[https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/55864/1/Peretvoriuvachi\\_mekhanichnykh\\_velychn\\_v\\_elektrychni.pdf](https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/55864/1/Peretvoriuvachi_mekhanichnykh_velychn_v_elektrychni.pdf)
6. Безвесільна О.М., Толочко Т.О. Елементи і пристрої автоматики та систем управління. Навч. посібн. з грифом КПІ Київ: електронне мережне навчальне видання, 2023. Гриф надано Методичною радою КПІ ім. Ігоря Сікорського (протокол №6 від 30.03.2023 р.) К. 2023. – 328с.  
[https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/54650/1/Elementy\\_prystroj\\_avtomatyky.pdf](https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/54650/1/Elementy_prystroj_avtomatyky.pdf)

### **Навчальний контент**

#### **5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)**

Основні форми навчання – лекції, практичні заняття та самостійна робота студентів.

Застосовується стратегія активного і колективного навчання, яка визначається інформаційно-комунікаційною технологією, що забезпечує інноваційний якісний характер процесу навчання та активізацію самостійної роботи студентів (електронні презентації для лекційних занять, використання аудіо- та відео підтримки прецизійних інтелектуальних МСКД навчальних занять тощо).

#### **Лекції**

#### **РОЗДІЛ 1. ЕТАПИ РОЗВИТКУ, ПОЛОЖЕННЯ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ПРЕЦИЗІЙНИХ МСКД**

Лекція 1. Застосування прецизійних інтелектуальних МСКД. Актуальність дисципліни. СРС[1]с.13-21, 31-34

Лекція 2. Застосування прецизійних інтелектуальних МСКД. Класифікація промислових роботів прецизійних інтелектуальних МСКД СРС [1]с. 34-45

Лекція 3. Положення і визначення прецизійних інтелектуальних МСКД СРС [1]с.14-16, Прецизійні інтелектуальні мехатронні системи контролю та діагностики у медицині[1]с. 46-55

Лекція 4. Структура і принципи побудови прецизійних інтелектуальних МСКД СРС [2]с.16-19, Периферійні пристрої комп'ютерів як мехатронні об'єкти прецизійних інтелектуальних МСКД [1]с. 55-57

## **РОЗДІЛ 2. ВИМІРЮВАЛЬНІ ПЕРЕТВОРЮВАЧІ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ПРЕЦИЗІЙНИХ МСКД**

Лекція 5. Датчики положення СРС [1]с.157-162. Мехатронні системи в побуті[1]с. 57-58

Лекція 6. Датчики швидкості СРС [1]с.162-165. Мехатронні системи на автотранспорті [1]с. 57-67

Лекція 7. Датчики технологічних параметрів СРС [1]с.166-171. прецизійних інтелектуальних МСКД на рейковому транспорті [1]с. 68-74

## **РОЗДІЛ 3. ПЕРЕТВОРЮВАЧІ РУХУ В ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ПРЕЦИЗІЙНИХ МСКД**

Лекція 8. Систематика мехатронних модулів СРС[1]с.136-137. Прецизійні інтелектуальні МСКД в легких транспортних засобах [1]с. 74-77

Лекція 9. Перетворювачі руху СРС[1]с.137-142. Прецизійні інтелектуальні МСКД на водному транспорті [1]с. 77-79

Лекція 10. Передачі в прецизійних інтелектуальних МСКД. Диференціальна та інтегральна передачі гвинт-гайка, з гнучким зв'язком, направляючі СРС[1]с.142-148. Прецизійні інтелектуальні МСКД в авіації [1]с.79-81

Лекція 11. Гальмівні пристрої та механізми прецизійних інтелектуальних МСКД СРС[1]с.148-151. Прецизійні інтелектуальні МСКД транспортування і складування на виробництві [1]с. 81-83

Лекція 12. Механізми для вибірки люфтів прецизійних інтелектуальних МСКД СРС[1]с.152-156. Транспортні роботи спеціального призначення [1]с.83-96

## **РОЗДІЛ 4. ВИКОНАВЧІ ПРИСТРОЇ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ПРЕЦИЗІЙНИХ МСКД**

Лекція 13. Електродвигуни мехатронних модулів прецизійних інтелектуальних МСКД СРС[1]с.172-176. Технологічні машини-гексаподи [1]с. 96-109

Лекція 14. Силові перетворювачі прецизійних інтелектуальних МСКД СРС[1]с.176-182

## **РОЗДІЛ 5. МЕТОДИ ПОБУДОВИ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ПРЕЦИЗІЙНИХ МСКД**

Лекція 15. Основи конструювання прецизійних інтелектуальних МСКД СРС[1]с.110-119

Лекція 16. Метод виключення проміжних перетворювачів та інтерфейсів СРС[1]с.120-127

Лекція 17. Метод об'єднання елементів мехатронного модуля СРС[1]с.127-130

Лекція 18. Метод перенесення функціонального навантаження на інтелектуальні пристрої СРС[1]с.131-136

### **Практичні заняття**

**Мета практичних занять** - більш глибоке практичне вивчення дисципліни.

**Задачі проведення практичних занять** - набуття студентами навичок використання прецизійних інтелектуальних МСКД.

<b>№ Заняття</b>	<b>Назва</b>	<b>Год.</b>
1	Практичне заняття (комп'ютерний практикум) № 1. Дослідження засобів моделювання прецизійних інтелектуальних МСКД на цифрових ЕОМ СРС: література: [1], с.357-374	4
2	Практичне заняття (комп'ютерний практикум) № 2. Вивчення статистичних характеристик цифрових генераторів прецизійних інтелектуальних МСКД СРС: література: [1], с. 375-394	4
3	Практичне заняття (комп'ютерний практикум) № 3. Ідентифікація динамічних характеристик прецизійних інтелектуальних МСКД по методу взаємної кореляційної функції СРС: література: [1], с. 395-403	4
4	Практичне заняття (комп'ютерний практикум) № 4. Дослідження методів адаптивної ідентифікації прецизійних інтелектуальних МСКД СРС: література: [1], с.404-416	4

5	Практичне заняття (комп'ютерний практикум) № 5. Дослідження впливу параметрів збурень на роботу датчика прецизійних інтелектуальних МСКД СРС: література: [1], с.417-422	4
6	Практичне заняття (комп'ютерний практикум) № 6. Вивчення роботи відеосистеми прецизійних інтелектуальних МСКД у текстовому режимі СРС: література: [1], с.423-427	4
7	Практичне заняття (комп'ютерний практикум) № 7. Вивчення роботи відеосистеми прецизійних інтелектуальних МСКД у графічному режимі СРС: література: [1], с.428-433	4
8	Практичне заняття (комп'ютерний практикум) №8. Вивчення роботи знакогенератора відеосистеми прецизійних інтелектуальних МСКД у текстовому режимі СРС: література: [1], с.434-438	4
9	Практичне заняття (комп'ютерний практикум) №9. Вивчення роботи знакогенератора відеосистеми прецизійних інтелектуальних МСКД у графічному режимі СРС: література: [1], с.439-441 Залік	4
	Всього	36

### Контрольні роботи

РНП передбачено виконання модульної контрольної роботи (МКР). МКР проводиться на практичних заняттях тривалістю 1 год на 7 і 14 тижнях.

### 6. Самостійна робота студента

	Самостійна робота	ГОД.
2	Підготовка до аудиторних занять	38
3	Підготовка до МКР	4
4	Підготовка до заліку	6
	<b>Всього СРС</b>	<b>48</b>

### Політика та контроль

#### 7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Перед студентом ставляться наступні вимоги:

- **правила відвідування занять:**
  - у режимі очного навчання заняття відбуваються в аудиторії згідно розкладу занять;
  - у режимі дистанційного навчання заняття відбуваються у вигляді онлайн-конференції у програмі Zoom - посилання на конференцію видається на початку семестру.
  - відвідування всіх видів занять є обов'язковим, у випадку хвороби студент повинен пред'явити довідку;
- **правила поведінки на заняттях:**
  - забороняється займатися будь-якою діяльністю, яка прямо не стосується предмету дисципліни або може зашкодити здоров'ю;
  - дозволяється використання засобів зв'язку лише для пошуку необхідної для виконання завдань інформації в Інтернет;
  - забороняється будь-яким чином не етична поведінка під час проведення занять.
  - студенти мають бути активними, мають готувати короткі доповіді чи текст за вимогою викладача, обов'язково відключати телефони, при необхідності використовувати засоби зв'язку для пошуку інформації на гугл-диску викладача чи в інтернеті тощо;
- **правила призначення заохочувальних та штрафних балів:**

- докладна інформація із приводу штрафних та заохочувальних балів наведена у п.8 «Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання»;
- максимальна кількість заохочувальних та штрафних балів визначається відповідно до Положення про систему оцінювання результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського, Положення про поточний, календарний та семестровий контролі результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського, а також інших Положень та рекомендацій, які діють в КПІ ім. Ігоря Сікорського;
- за виконання додаткових завдань призначаються заохочувальні 1 – 5 балів, за відсутність на заняттях без поважної причини – штрафний 1 бал.
- **політика дедлайнів та перескладань:**
  - перескладання будь-яких контрольних заходів передбачено тільки за наявності документально підтверджених вагомих причин відсутності на занятті;
  - перескладань для підвищення балів передбачено;
  - перескладання відповідно до розкладу додаткової сесії.
- **політика округлення рейтингових балів:**
  - округлення рейтингового балу відбувається до цілого числа за правилами округлення.
- **політика оцінювання контрольних заходів:**
  - оцінювання контрольних заходів відбувається відповідно до Положення про систему оцінювання результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського, Положення про поточний, календарний та семестровий контролі результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського, а також інших Положень та рекомендацій, які діють в КПІ ім. Ігоря Сікорського;
  - нижня межа позитивного оцінювання кожного контрольного заходу має бути не менше 60% від балів, визначених для цього контрольного заходу;
  - негативний результат оцінюється в 0 балів.
- **Академічна доброчесність**
  - політика та принципи академічної доброчесності визначені у розділі 3 Кодексу честі КПІ ім. Ігоря Сікорського. Детальніше: <https://kpi.ua/code>;
  - студенти виконують свої роботи відповідно до політики академічної доброчесності університету.
- **Норми етичної поведінки**
  - Норми етичної поведінки студентів і працівників визначені у розділі 2 Кодексу честі КПІ ім. Ігоря Сікорського. Детальніше: <https://kpi.ua/code>.
- **Оскарження результатів контрольних заходів**
  - У випадку незгоди із результатами контрольних заходів студенти можуть виконувати і/або захищати їх у присутності комісії, яка формується із викладачів кафедри АСНК.

## **8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)**

**Поточний контроль.** Рейтинг студента складається з балів, що він отримує за:

- 1) виконанні завдань практичних занять;
- 2) виконання модульної контрольної роботи.

Система рейтингових (вагових) балів та критерії оцінювання:

### 1. Виконання завдань практичних занять:

Ваговий бал – 4. Максимальна кількість балів дорівнює 8 балів \* 9 практичних занять = 72 балів.

Завдання виконано повністю – 8 балів.

Завдання виконано неповністю – 2-7 бали.

Завдання не виконано або виконано не правильно – 0-1 бали.

## 2. Виконання модульної контрольної роботи.

Ваговий бал – 13. Максимальна кількість балів: 14 балів \* 2 частини = 28 балів.

Питання розкритті повністю – 14 балів.

Недостатня відповідь – 10-13 балів.

Неповна відповідь – 7-9 балів.

Відповідь не вірна або відсутня – 0-6 балів.

## 3. Розрахунок шкали (R<sub>c</sub>) рейтингу:

сума вагових балів контрольних заходів протягом семестру складає:

$$R_c = 72 + 28 = 100 \text{ балів.}$$

## 4. Заохочувальні бали:

виконання додаткових завдань із освітнього компонентна – «+» від 1 до 5 заохочувальних балів.

Максимальний рейтинг студента складає:  $R_D = R_c = 100$  балів.

## **Календарний контроль.** Умови позитивного календарного контролю

Умовою першої атестації є отримання не менше 15 балів, виконання всіх лабораторних робіт (на час атестації) та присутність на більше ніж 50% лекційних занять.

Умовою другої атестації є отримання не менше 30 балів, виконання всіх лабораторних робіт (на час атестації) та присутність на більше ніж 50% лекційних занять.

## **Умови допуску до заліку**

Необхідною умовою допуску до заліку автоматом є **зарахування усіх завдань практичних занять.**

При пропуску більше половини лекційних занять для того, щоб отримати допуск до заліку студент повинен по кожному пропущеному заняттю виконати реферати за відповідною тематикою і захистити їх. Вимоги до рефератів обговорюються окремо.

## **Критерії залікового оцінювання.**

Здобувачі, які виконали всі умови допуску до заліку та мають рейтингову оцінку 60 і більше балів, отримують відповідно до набраного рейтингу оцінку без додаткових випробувань.

Зі здобувачами, які виконали всі умови допуску до заліку, але мають рейтингову оцінку менше 60 балів, а також з тими здобувачами, хто бажає підвищити свою рейтингову оцінку, проводиться семестровий контроль у вигляді залікової контрольної роботи або співбесіди на останньому за розкладом занятті. При цьому всі набрані за семестр бали за вирішення задачі, за модульну контрольну роботу та за лабораторні роботи анулюються.

Залікова контрольна робота являє собою білет з 10-ма запитаннями та задачами, за відповідь на кожне з яких студент отримує по 10 балів. Питання та задачі повністю базуються на тематиці лекцій та практичних занять, однак мають підвищену складність.

Кожне питання контрольної роботи оцінюється у 10 балів відповідно до системи оцінювання:

- «відмінно», повна відповідь (не менше 95% потрібної інформації) – 10 балів;
- «добре» та «дуже добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації або незначні неточності) – 8-9 балів;
- «задовільно» та «достатньо», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації та деякі помилки) – 6-7 балів;
- «незадовільно», незадовільна відповідь – 0 балів.

Після виконання залікової контрольної роботи, якщо оцінка за залікову контрольну роботу більша ніж за рейтингом, здобувач отримує оцінку за результатами залікової контрольної роботи.

Якщо оцінка за залікову контрольну роботу менша ніж за рейтингом, то попередній рейтинг скасовується (це так званий «жорсткий» варіант РСО), а здобувач отримує оцінку з урахуванням результатів залікової контрольної роботи. Цей варіант формує відповідальне

ставлення здобувача до прийняття рішення про виконання залікової контрольної роботи, змушує його критично оцінити рівень своєї підготовки та ретельно готуватися до заліку.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

<i>Кількість балів</i>	<i>Оцінка</i>
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

### **9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)**

У базовому підручнику (Безвесільна О.М., Тимчик Г.С. Наукові дослідження в галузі автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій: Підручник. – Київ, КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. –592 с.) міститься перелік питань, які виносяться на самоконтроль.

#### **Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):**

складено д.т.н., професором Безвесільною Оленою Миколаївною.

Ухвалено кафедрою АСНК (протокол № 16 від 30.05.2024 р.)

Погоджено Методичною комісією приладобудівного факультету (протокол № 9/24 від 18.11.2024 р.)