



Інтелектуальні мехатронні системи

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

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

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

Інтелектуальні мехатронні системи (ІМС) є невід'ємною частиною систем автоматизації найвищого рівня. Основні напрямки широкого використання ІМС: роботи і робототехнічні системи; технологічні машини-гексаподи; транспортні мехатронні системи. ІМС знайшли широке застосування у багатьох галузях промисловості: у приладобудуванні, машинобудуванні, в аерокосмічній галузі, у військовій галузі, в електротехніці, у текстильній галузі, у будівництві а також в охороні здоров'я.

Предмет дисципліни – інтелектуальні мехатронні системи.

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 інтелектуальних мехатронних систем. (ФК 3)
- Здатність застосовувати методи системного аналізу, математичного моделювання, ідентифікації та числові методи для розроблення математичних моделей окремих елементів та 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 інтелектуальних мехатронних систем на основі розуміння принципів їх роботи, аналізу їх властивостей, призначення і технічних характеристик з урахуванням вимог

до мехатронної системи і експлуатаційних умов; налагоджувати мехатронні системи. (ФК 5)

- Здатність використовувати для вирішення професійних завдань новітні технології у галузі інтелектуальних мехатронних систем та комп'ютерно-інтегрованих технологій, зокрема, проектування багаторівневих систем керування, збору даних та їх архівування для формування бази даних (ФК 6)

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

- Вміти застосовувати методи системного аналізу, моделювання, ідентифікації та числові методи для розроблення математичних та імітаційних моделей окремих елементів та інтелектуальних мехатронних систем в цілому для аналізу якості їх функціонування із використанням новітніх комп'ютерних технологій. (ПРН 6)
- Вміти застосовувати знання про основні принципи та методи вимірювання фізичних величин і основних технологічних параметрів для обґрунтування вибору інтелектуальних мехатронних систем та оцінювання їх характеристик. (ПРН 7)
- Знати принципи роботи інтелектуальних мехатронних систем та вміти обґрунтувати їх вибір на основі аналізу їх властивостей, призначення і технічних характеристик з урахуванням вимог до інтелектуальних мехатронних систем та експлуатаційних умов; мати навички налагодження інтелектуальних мехатронних систем. (ПРН 8)

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурнологічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Дисципліна «Інтелектуальні мехатронні системи» базується на знаннях, здобутих студентами при вивченні таких дисциплін: вища математика, фізика, електроніка, програмування, електротехніка. Знання, отримані під час вивчення цієї дисципліни, можуть бути використані під час виконання дипломного проєкту бакалавра.

3. Зміст навчальної дисципліни

РОЗДІЛ 1. ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ МЕХАТРОННІ СИСТЕМИ.

РОЗДІЛ 2. ІНТЕГРАЦІЯ МЕХАТРОННИХ МОДУЛІВ.

РОЗДІЛ 3. МІКРОМЕХАТРОННІ ПРИСТРОЇ.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література:

1. 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.
2. Безвесільна О.М., Тимчик Г.С. Наукові дослідження в галузі автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій / Безвесільна О.М., Тимчик Г.С. Підручник. – Київ. КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018 – 592 с.

Додаткова література:

3. Безвесільна О.М. Прецизійний приладовий навігаційний комплекс та його чутливі елементи:- КПІ ім. Ігоря Сікорського ДП НВЦ «Пріоритети». З грифом КПІ ім. Ігоря Сікорського 2020 –Київ 2019. – 451 с.
4. Безвесільна О.М. Двокомпонентний п'зоелектричний гравіметр автоматизованої гравіметричної системи. - КПІ ім. Ігоря Сікорського. ДП «Редакція інформаційного

бюлетеня» Офіційний вісник Президента України». З грифом КПП ім. Ігоря Сікорського 2020 –Київ:, 2020. – 250 с.

5. Безвесільна О.М., Чепюк Л.О. Струнний гравіметр.- Житомир: ЖДТУ, 2015. – 217 с.
6. Безвесільна О.М., Хильченко Т.В. Двоканальний МЕМС гравіметр автоматизованої авіаційної гравіметричної системи: Монографія.- Київ: ДП НВЦ «Пріоритети», 2017. – 181 с.
7. Безвесільна О.М. Елементи і пристрої автоматики та систем управління: Підручник. – Житомир: Видавництво ЖДТУ, 2008. – 700 с.
8. Безвесільна О.М., Киричук Ю.В., Назаренко Н.М. Перетворювачі механічних величин в електричні. Навч. посібн. з грифом КПП Київ: електронне мережне навчальне видання, 2022. Гриф надано Методичною радою КПП ім. Ігоря Сікорського К. 2021. – 156 с.
Доступ:
https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/55864/1/Peretvoriuvachi_mekhanichnykh_velychn_v_elektrychni.pdf
9. Безвесільна О.М., Толочко Т.О. Елементи і пристрої автоматики та систем управління. Навч. посібн. з грифом КПП Київ: електронне мережне навчальне видання, 2023. Гриф надано Методичною радою КПП ім. Ігоря Сікорського (протокол №6 від 30.03.2023 р.) К. 2023. – 328с.
https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/54650/1/Elementy_prystroji_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 ІМС навчальних занять тощо).

Лекції

РОЗДІЛ 1. ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ МЕХАТРОННІ СИСТЕМИ

- Лекція 1. Етапи розвитку інтелектуальних мехатронних систем СРС [1] с 10-13
 Лекція 2. Інтелектуальні мехатронні системи (ІМС) СРС [1] с 112-113
 Лекція 3. Універсальні мікропроцесори СРС [1] с 114-115
 Лекція 4. Узагальнена структура мікропроцесорного ядра СРС [1] с 115-116
 Лекція 5. Спеціальні регістри мікропроцесорів СРС [1] с 116-117
 Лекція 6. Наймановська і гарвардська архітектури СРС [1] с 117-118
 Лекція 7. Цифрові сигнальні процесори СРС [1] с 119-120

РОЗДІЛ 2. ІНТЕГРАЦІЯ МЕХАТРОННИХ МОДУЛІВ

- Лекція 8. Інтеграція електронних модулів СРС [1] с 120-121
 Лекція 9. Мехатронні модулі руху СРС [1] с 122-123
 Лекція 10. Інтелектуальні мехатронні модулі СРС [1] с 123-124
 Лекція 11. Контролери руху СРС [1] с 124-125
 Лекція 12. Блок-схема контролера руху з зовнішнім контролем СРС [1] с 125-126
 Лекція 13. Інтелектуальні силові модулі СРС [1] с 126
 Лекція 14. Інтелектуальні сенсори мехатронних модулів та систем СРС [1] с 126
 Лекція 15. Оптичні енкодери абсолютні та інкрементальні СРС [1] с 127

РОЗДІЛ 3. МІКРОМЕХАТРОННІ ПРИСТРОЇ

- Лекція 16. Архітектура розподіленої системи керування СРС [1] с 127-128
 Лекція 17. Інтелектуальний мехатронний модуль «Milan Drive AUMA» СРС [1] с 128
 Лекція 18. Мікромехатронні пристрої. Загальна структура СРС [1] с 128-129

Практичні заняття

Мета практичних занять - більш глибоке практичне вивчення дисципліни.

Задачі проведення практичних занять - набуття студентами навичок використання ІМС.

№ Заняття	Назва	Год.
1	Загальна структура ІМС СРС: література: [1], с. 129-130.	2
2	Мікромехатронний пристрій Кориолісові вібраційний гіроскоп (КВГ) СРС: література: [4], с. 100-101	2
3	Циліндричний резонатор мікромеханічного пристрою КВГ з циліндричним вузлом кріплення СРС: література: [4], с. 101-102.	2
4	Циліндричний резонатор КВГ із конусоподібним вузлом кріплення СРС: література: [4], с. 102-103.	2
5	Система управління мікромеханічного пристрою КВГ СРС: література: [4], с. 103-104.	2
6	Основні елементи мікромеханічного пристрою КВГ ІМС та їх робота СРС: література: [4], с. 104-105.	2
7	Конструкція мікромехатронного пристрою ІМС КВГ СРС: література: [4], с. 105-106.	2
8	П'єзоелектричний мікромеханічний ЧЕ ІМС СРС: література: [5], с. 4546.	2
9	Принцип роботи п'єзоелектричного мікромеханічного ЧЕ ІМС. СРС: література: [5], с. 46-47.	2
10	Струнний мікромеханічний ЧЕ ІМС СРС: література: [6], с. 50-51.	2
11	Струнний ЧЕ ІМС на тензочутливому ефекті СРС: література: [6], с. 5152.	2
12	Установка для досліджень струнного ЧЕ ІМС СРС: література: [6], с. 5253.	2
13	Принцип роботи ємнісного МЕМС ЧЕ ІМС СРС: література: [7], с. 43-45.	2
14	Одноканальний ємнісний МЕМС акселерометр ІМС СРС: література: [7], с. 46-47.	2
15	МЕМС технології в ІМС СРС: література: [7], с. 48-49.	2
16	Огляд ємнісних МЕМС акселерометрів ІМС. Основні визначення ємнісних МЕМС акселерометрів СРС: література: [7], с. 50-52.	2
17	Перспективна елементна база поверхневих кремнієвих ємнісних акселерометрів СРС: література: [7], с. 53-54.	2
18	Ємнісний триосевий МЕМС акселерометр ІМС з цифровим виходом. СРС: література: [7], с. 55-57. Залік	2
	Всього	36

Контрольні роботи

РНП передбачено виконання модульної контрольної роботи (МКР) шляхом відповідей студентів на контрольні питання до МКР.

6. Самостійна робота студента

	Самостійна робота	год.
1	Підготовка до аудиторних занять	38

3	Підготовка до МКР	4
4	Підготовка до заліку	6
	Всього СРС	48

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 онлайнконференції 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 гуглдиску 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 контроль 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 контроль 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** О 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** О 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** О 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 (РСО)

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

- 1) експрес-контроль на лекційних заняттях; 2)
- виконанні завдань практичних занять;
- 3) виконання модульної контрольної роботи.

Система рейтингових (вагових) балів та критерії оцінювання:

1. Експрес-контроль на лекційних заняттях проводиться після вивчення кожного розділу.

Ваговий бал – 4. Максимальна кількість балів дорівнює 4 бали * 3 розділи = 12 балів.

Відповідь повна – 4 балів.

Відповідь неповна – 2-3 бали.

Відповідь недостатня – 0-1 бали.

2. Виконання завдань практичних занять:

Ваговий бал – 4. Максимальна кількість балів дорівнює 4 балів * 17 практичних занять = 68 балів.

Завдання виконано повністю – 4 балів.

Завдання виконано неповністю – 2-3 бали.

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

3. Виконання модульної контрольної роботи.

Ваговий бал – 13. Максимальна кількість балів: 10 балів * 2 частини = 20 балів.

Питання розкритті повністю – 13 балів.

Недостатня відповідь – 10-12 балів.

Неповна відповідь – 7-9 балів.

Відповідь не вірна або відсутня – 0-6 балів.

4. Розрахунок шкали (Rc) рейтингу: сума вагових балів контрольних заходів протягом семестру складає:

$$R_c = 12 + 68 + 20 = 100 \text{ балів.}$$

5. Заохочувальні бали:

- виконання додаткових завдань з освітнього компонента – «+» 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. 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. міститься перелік питань, які виносяться на самоконтроль.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

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

Ухвалено кафедрою АСНК (протокол № 20 від 17.06.2025 р.)

Погоджено Методичною комісією приладобудівного факультету (протокол №7 від 25.06.2025 р.)