



ПРОЕКТУВАННЯ МЕХАТРОННИХ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Другий (магістерський)
Галузь знань	G Механічна інженерія
Спеціальність	G9 Прикладна механіка
Освітня програма	Автоматизовані та роботизовані механічні системи
Статус дисципліни	Вибіркова
Форма навчання	очна(денна)
Рік підготовки, семестр	1 курс, весняний семестр
Обсяг дисципліни	5 кредитів ЄКТС (150 годин)
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Екзамен/ Лабораторні роботи, практичні заняття, МКР
Розклад занять	Лекції 30 годин, лабораторні 16 годин, Практичні 14 годин (2 години лекції та 2 години практ/лаб. .р. на тиждень), СРС 90 годин, http://rozklad.kpi.ua/Schedules/
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: д.т.н, професор, Узунов Олександр Васильович, uzua@i.ua Практичні: д.т.н, професор, Узунов Олександр Васильович, uzua@i.ua Лабораторні: д.т.н, професор, Узунов Олександр Васильович, uzua@i.ua
Розміщення курсу	Електронний Кампус

Програма навчальної дисципліни

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

Програма навчальної дисципліни «**Проектування мехатронних інтелектуальних систем**» (далі **ПМІС**) складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки бакалавра з галузі знань G «Механічна інженерія» за спеціальністю G9 «Прикладна механіка».

- **Метою навчальної дисципліни** є підсилення у студентів здатностей: - розв'язувати практичні задачі проектування технічних об'єктів шляхом створення, налагодження, експлуатації та модернізації стаціонарних та мобільних мехатронних систем на основі сенсорів, електромеханічних, електропневматичних та електрогідравлічних приводів з управлінням від контролера з використанням інтелектуальних алгоритмів.

Предметом навчальної дисципліни є: метод проектування мехатронних об'єктів, принципи організації складних систем, принципи формування каналів керування, особливості виконання розрахунків кінематичної, механічної та електронної частин, особливості організації управління від контролера та формування інтелектуальних властивостей. Питання розглядаються комплексно на прикладі автономного мобільного робота.

Програмні результати навчання :

Компетенції, що посилюються вибірковою дисципліною: Здатність обирати раціональні підходи і технічні засоби до створення, тестування та експлуатації систем керування технічних об'єктів та систем, машин та механізмів із засобами механіки, гідروпневмоавтоматики, електромеханіки, мехатроніки і робототехніки; здатність обирати раціональні підходи і технічні засоби до автоматизації технічних об'єктів та систем, машин та механізмів засобами механіки, гідропневмоавтоматики, електромеханіки, мехатроніки і робототехніки, створювати конкурентоспроможні технічні об'єкти, застосовувати критерії для оцінки їх функціональної, експлуатаційної, енергетичної та загальної ефективності.

Знання: знати основні принципи функціонування, будови та проектування мехатронних систем з інтелектуальними властивостями; методи розроблення кінематичних та принципових схем та виконання розрахунків основних параметрів механічних та електронних частин систем, структур програм та алгоритмів управління контролером взаємодією компонентів, та конструювання систем в цілому.

Уміння: застосовувати методику проектування, будувати структуру мехатронної системи, деталізувати структуру до кінематичних та принципових схем, виконувати розрахунки, вибирати обладнання, розробляти алгоритми та програми керування, налаштовувати, тестувати системи, перевіряти виконання системою заданих функцій та підтверджувати її інтелект.

Досвід: вибору та використання методик та технічних засобів при проектуванні мехатронних систем, практичної роботи з побудови систем та (або) її складових частин з їх налаштування та тестування, написання алгоритмів та програм керування з елементами штучного інтелекту.

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

Вивчення дисципліни «Проектування мехатронних інтелектуальних систем» ґрунтується на знаннях, здобутих студентами під час освоєння таких дисциплін, як «Вища математика», «Теоретична механіка», «Інформатика», «Фізика», «Інженерна графіка», «Комп'ютерна графіка», «Основи математичного моделювання фізично різномірних систем». Знання, одержані при вивченні курсу, широко використовуються при подальшому вивченні таких дисциплін як «Гнучкі мехатронні системи», «Курсовий проект з особливостей проектування автоматизованих механічних систем»

3. Зміст навчальної дисципліни

1. Область застосування та особливості мехатронних інтелектуальних систем.
2. Приклади застосування мехатронних інтелектуальних систем.
3. Зміст задачі створення стаціонарних мехатронних систем та мобільних роботів.
4. Теоретичні основи проектування мехатронних систем з інтелектуальними властивостями.
5. Структура мехатронної системи з інтелектуальним керуванням.
6. Проектування кінематики механічної частини. Формування вимог до системи керування.
7. Принципи забезпечення транспортних та робочих рухів мехатронних систем. Основні розрахунки. Вибір обладнання.
8. Принципи та засоби забезпечення інформаційного обміну з оточуючим середовищем.
9. Принципи та засоби керування мехатронної системи. Функціональні можливості контролерів. Вибір обладнання.
10. Принципи та засоби організації каналів керування приводами різної фізичної природи.

11. Розроблення принципів схем систем керування. Основні розрахунки. Вибір обладнання.
12. Енергетична частина та варіанти її реалізації. Основні розрахунки..
13. Формування алгоритмів та програм інтелектуальної складової функціонування мехатронної системи для виконання потрібних функцій в заданих умовах експлуатації

4. Навчальні матеріали та ресурси

1. Яхно О.М., Узунов О.В., Луговський О.Ф., Ковалев В.А., Мовчанюк А.В., Коц І.І., Губарев О.П. Прикладна гідроаеромеханіка і механотроніка. Вінниця: ВНТУ, 2020. – 712с. id: 1683
 2. Узунов О.В. Моделювання та проектування автоматизованих мультифізичних систем та їх елементів. Для виконання графічно-розрахункових, курсових та дипломних робіт, групових лабораторних робіт, самостійних робіт, пов'язаних з розробкою, моделюванням, проектуванням та дослідженням мехатронних та гідропневматичних систем [Електронний ресурс] :навч. посіб. для студ. Спеціальностей 131 «Прикладна механіка», 133 «Галузеве машинобудування» та освітньої програми «автоматизовані і роботизовані механічні системи»/ О.В. Узунов; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 16,7 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 125 с.
 3. Узунов О.В. Методичні вказівки до курсової роботи з дисципліни „Проектування інтелектуальних мехатронних систем” студентам спеціалізації „ Мехатронні і роботехнічні системи в машинобудуванні ”/О.В. Узунов; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 426.78 Кбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 26 с
 4. Методи та системи штучного інтелекту :лабораторний практикум /Р.М. Камінський, Н.Б. Шаховська, В.М. Хавалко, А.М. Худий ; Міністерство освіти і науки України, Національний університет "Львівська політехніка", Інститут комп'ютерних наук та інформаційних технологій, Кафедра систем штучного інтелекту. Львів : Видавництво Тараса Сороки, 2021.
 5. Методи та системи штучного інтелекту: Навчальний посібник для студентів напряму підготовки 6.050101. «Комп'ютерні науки» / Уклад.: А.С. Савченко О. О.Синельников – К. : НАУ 2017. - 190 с.
 6. FLProg - система візуального програмування для Arduino. Програмування Arduino за допомогою ArduBlock Графічне середовище програмування arduino.
<https://gadgets-room.ru/flprog-sistema-vizualnogo-programirovaniya-dlya-arduino-programirovanie-arduino-s/>
 7. Tinkercad Arduino – сімулятор ардуіно
<https://arduino-master.ru/program/simulyator-arduino-tinkercad-circuits/>
- Додаткові інформаційні ресурси
8. Назаренко І.І., Бернік І.М. Основи проектування і конструювання машин та обладнання виробництв. Навчальний посібник для вищих навчальних закладів. Видавництво «Аргар Медіа Груп». -К.: - 2013, - 544.4
 9. Dudziak, R., Kohn, C., Sell, R., 2008, Integrated systems and design, TUT Press, Tallinn, 208 p.
 10. Stania, M. Mechatronics engineering on the example of multipurpose mobile robot/ Solid state phenomena/ M. Stania, R. Stetter // Mechatronic Systems and Materials III/ Volume 147-149 (2009) P.61-66. ISSN 1012-0394.
 11. Введение в мехатронику/ О.М. Яхно, А.В. Узунов, А.Ф. Луговской, А.П. Губарев, В.А. Ковалев, Ю.А. Пыжиков// К.: НТУУ «КПИ», 2008, ISBN 966-8454-19-7. - 528 с.

12. Ertas, Atila. The engineering design process/Atila Ertas, Jesse C. Jones //John Wiley& Sons, Inc. 1993. -515p.

13.Узунов, А. Развивающаяся модель и алгоритм проектирования мехатронных объектов/ А. Узунов// Промислова гідравліка і пневматика. Всеукраїнський науково-технічний вісник, 2011. - №2(32). - С.87-90.

14. Балагурин, А.А. Экспериментальное исследование электрогидропривода со встроенной моделью/ А.А. Балагурин, А. В. Узунов// Вісник Кременчуцького державного політехнічного університету імені Михайла Остроградського. – 2008. - №2 (49), ч.2. - С. 28-32.

рекомендації та роз'яснення:

- Всі базові літературні джерела є в бібліотеці КПП та в методичному кабінеті кафедри;
- Жодне джерело, як і всі перелічені літературні джерела разом, не є достатнім для опанування дисципліни без виконання комплексу основних та кваліфікаційних лабораторних робіт та самостійного розв'язання типових задач проектування мехатронних інтелектуальних систем;
-

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни(освітнього компонента)

5.1. Лекційні заняття

	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
1.	Приклади застосування мехатронних інтелектуальних систем. Автономні роботи, автоматичні системи з інтелектуальними властивостями, автоматичні лінії, біотехнічні системи та ін. Типові задачі створення мехатронних виконавчих систем різноманітного призначення. Формування технічного завдання. Література:[1] (вступ, розд. 5),[2](вступ).
2.	Етапи проектування мехатронної інтелектуальної системи. Основні складові технічного завдання. Приклад технічного завдання. Література:[1] (розд. 5),[2](розд. 5).
3.	Теоретичні основи проектування технічних систем. Концептуальні моделі мехатронної системи як об'єкту проектування. Література:[1]-розд.5, [4]- розд 2.2.3, розд. 3.7.3. [7,8]
4.	Алгоритм проектування мехатронної інтелектуальної системи за її призначенням та заданими властивостями. Література:[1]-розд.5, [4]- розд 2.2.3, розд. 3.7.3. [4,8]
5.	Проектування будови та складових частин мехатронних систем з інтелектуальними властивостями. Узагальнена структура мехатронної системи. Література:[1,2]-розд.5
6.	Інформаційна, керуюча, виконавча та енергетична частини системи. Основні функціональні властивості мехатронних інтелектуальних систем. Деталізація складових блоків узагальненої структури мехатронної системи. Література:[3]

7.	<i>Принципи забезпечення транспортних та робочих рухів мехатронних систем. Базові кінематичні схеми забезпечення транспортних та робочих рухів мехатронних систем. Формування даних для виконання розрахунків. Література: [3]- розд. 5.6. [6].</i>
8.	<i>Принципи зображення схем, їх призначення та використання при проектуванні. Розробка конструкції виконавчих модулів та системи в цілому. Література: [2]- розд. 5, [6].</i>
9.	<i>Інформаційна та керуюча частини. Засоби забезпечення взаємодії з оточуючим середовищем. Сенсори. Взаємодія сенсорів з керуючою частиною. Вибір сенсорів і індикаторів. Література: [1]-розд.4</i>
10.	<i>Процесорна частина мехатронної системи. Базові варіанти реалізації. Специфічні особливості застосування контролерів та комп'ютерів. Вибір контролеру. Література: [1]-розд.4, [5]- розд.1,3,9, [10].</i>
11.	<i>Енергетична частини. Функції та структура каналу керування приводом. Забезпечення підвищення потужності сигналу керування. Принципи керування електричною, пневматичною та гідравлічною енергією для забезпечення транспортних та робочих рухів. Основні розрахунки. Вибір обладнання. Література: [14].</i>
12.	<i>Будова багато каскадних каналів підсилення. Принцип забезпечення двотактної дії каналу керування. Приклади принципових схем каналів керування двотактної дії. Розрахунки основних частин. Вибір обладнання. Література: [1]-розд.5, [14].</i>
13.	<i>Розробка структури та принципової схеми мехатронних систем. Принципи узгодження типів та видів сигналів керування та команд. Узгодження цифрових та аналогових сигналів. ЦАП та АЦП. Основні розрахунки та вибір обладнання. Стаціонарні та автономні системи живлення. Принципи їх вибору, основні розрахунки, вибір обладнання.. Література: [5]- розд. 9, [9].</i>
14.	<i>Формування інтелектуальної складової системи для забезпечення взаємодії керуючої та виконавчої частин в заданому середовищі експлуатації. Засоби забезпечення взаємодії компонентів мехатронних модулів, робіт та систем на віртуальному рівні. Порти контролера та програмування обміну інформації через порти. Основи програмування мовою СІ. Структура програми. Змінні та константи. Література: [5]- глава 9. [5] – глави 10-12.</i>
15.	<i>Програмні засоби багаторазового виконання операцій. Програмні засоби перевірки умов та прийняття рішень. засоби взаємодії з зовнішнім середовищем. Література: [2].. Принципи розробки інтелектуальних алгоритмів керування. Приклади. Література: [4,5].</i>

5.2 Перелік тем практичних занять

№ з/п	Тема практичного заняття	Кількість ауд годин
1.	<i>Інструктаж з техніки безпеки. Знайомство з елементною базою (контролери, електроавтоматика, датчики стану, керуючі пристрої, мехатронна інтелектуальна система та спеціалізоване устаткування). Підключення стендів та робота з обладнанням, засобами контролю і керування.</i>	2

2.	<i>Технічне завдання на проектування автономної мехатронної інтелектуальної системи. Оформлення технічного завдання.</i>	2
3.	<i>Визначення складових частин та основних функцій мехатронної інтелектуальної системи.</i>	2
4.	<i>Розробка принципової схеми отримання інформації від сенсорів та їх відображення за допомогою засобів індикації, її макетування для перевірки виконання запланованих функцій.</i>	2
5.	<i>Розробка принципової схеми модулю електричного приводу однократної та двотактної дії з керуванням в ручному режимі, її макетування для перевірки виконання запланованих функцій.</i>	2
6.	<i>. Розробка принципової схеми модулю електричного приводу однократної та двотактної дії з електронним керуванням, її макетування для перевірки виконання запланованих функцій.</i>	2
7.	<i>Розробка принципової схеми модулю електропневматичного приводу однократної та двотактної дії з електронним керуванням, її макетування для перевірки виконання запланованих функцій.</i>	2
Всього годин		14

5.3 Перелік тем лабораторних занять

<i>Проектування мехатронних інтелектуальних систем</i>		
№ з/п	Назва лабораторної роботи	Кількість. ауд годин
1	<i>Лабораторна робота 1. Розробка принципової схеми модулю електрогідравлічного приводу двотактної дії з електронним керуванням, її макетування для перевірки виконання запланованих функцій.</i>	2
2	<i>Лабораторна робота 2. Розробка принципової схеми модулю електричного приводу двотактної дії з дискретним керуванням від контролера, її макетування для перевірки виконання запланованих функцій.</i>	2
3	<i>Лабораторна робота 3. Розробка принципової схеми модулю електричного приводу двотактної дії з дискретним керуванням від контролера, розробка алгоритму та програми роботи приводу, макетування системи для перевірки виконання запланованих функцій.</i>	2
4	<i>Лабораторна робота 4. Розробка принципової схеми модулю електричного крокового приводу двотактної дії з дискретним</i>	2

	<i>керуванням від контролеру, розробка алгоритму та програми роботи приводу, макетування системи для перевірки виконання запланованих функцій.</i>	
5	<i>Лабораторна робота 5. Розробка принципової схеми каналу отримання інформації від зовнішнього середовища, розробка алгоритму і програми її аналізу та прийняття рішення. макетування системи для перевірки виконання запланованих функцій.</i>	2
6	<i>Лабораторна робота 6. Розробка принципової схеми мехатронної системи на основі модулю електричного приводу двотактної дії з дискретним керуванням від контролеру, та з отриманням інформації від зовнішнього середовища, розробка алгоритму та програми роботи приводу, макетування системи для перевірки виконання запланованих функцій.</i>	2
7	<i>Лабораторна робота 7. Розробка принципової схеми мехатронної системи на основі модулю електричного приводу двотактної дії з аналоговим керуванням від контролеру, та з отриманням інформації від зовнішнього середовища, розробка алгоритму та програми роботи приводу, макетування системи для перевірки виконання запланованих функцій.</i>	2
8	<i>Лабораторна робота 8. Комплексна лабораторна робота відповідно до індивідуального завдання. Розробка структури та принципової схеми мехатронної системи. Підбір обладнання та макетування мехатронної системи. Розробка алгоритму керування, написання програми та макетування дії мехатронної інтелектуальної системи з інтелектуальними властивостями.</i>	2
Всього годин		16

6. Самостійна робота студента

150-30-14-16=90

№ з/п	Вид самостійної роботи	Кількість годин СРС
1.	<i>Підготовка до аудиторних занять</i>	56
2.	<i>Виконання РГР Не передбачено</i>	-

3.	Виконання ДКР Не передбачено	-
4.	Виконання МКР	4
5.	Підготовка до заліку Не передбачено	-
6.	Підготовка до екзамену	30
	Всього:	90

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

В процесі навчання студенти мають виконувати наступні вимоги

- відвідувати лекційні, практичні та лабораторні заняття відповідно до розкладу без запізень;
- студенти мають приймати активну участь в обговоренні дискусійних питань, які будуть запропоновані викладачем в ході занять та самостійно вирішувати;
- систематично готуватись до поточних занять виконуючи завдання для самостійної роботи;
- сприяти своєю поведінкою ефективному проведенню занять і не створювати зайвих перешкод (тримати мобільні телефони у відключеному стані).
- самостійно виконувати індивідуальні завдання з практичних занять та лабораторних робіт;
- сумлінно дотримуватись термінів захисту лабораторних робіт та індивідуальних завдань та перескладань;
- додержуватись академічної доброчесності.

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

Поточний контроль: опитування за темою заняття, тести.

Календарний контроль: провадиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.

Семестровий контроль: екзамен.

Умови допуску до семестрового контролю: мінімально позитивна оцінка за індивідуальне завдання, зарахування усіх практичних робіт.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

Кількість балів	Оцінка
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

Рейтинг студента розраховується виходячи із 100-бальної шкали, з них 50 балів складає стартова складова. Стартовий рейтинг (протягом семестру) складається з балів, які студент отримує за:

- виконання завдань під час практичних занять (5 лабораторних стендів);
- виконання завдань під час лабораторних занять (5 лабораторних стендів);
- виконання модульної контрольної роботи (МКР).

Відповіді на екзамені оцінюються у 50 балів.

Робота на лабораторних та практичних заняттях (максимум 25 бали):

- захищена робота – 5 балів;
- активна творча робота – 3 балів;
- плідна робота – 2 бали;
- пасивна робота – 0 балів.

Робота на практичних заняттях (максимум 17 балів):

- захищена робота – 3,4 бали;
- активна творча робота – 3 балів;
- плідна робота – 2 бали;
- пасивна робота – 0 балів.

Виконання МКР:

- творчо виконана робота – 8 балів;
- роботу виконано з незначними недоліками – 7 балів;
- роботу виконано з певними помилками – 4 бали;
- роботу не зараховано (не виконано або є грубі помилки) – 0 балів.

За несвоєчасне виконання розрахунково-графічної роботи – 1 штрафний бал за кожний тиждень запізнення (всього не більше 5 балів).

Якщо студент виконав умови РСО щодо допуску до семестрового контролю, але має підсумковий рейтинг менше 50 балів або хоче підвищити поточну оцінку, виконує додаткову контрольну роботу.

На екзамені студенти виконують письмову контрольну роботу. Кожне завдання містить два запитання з різних тематичних розділів та практичне завдання.

Критерії екзаменаційного оцінювання:

- вичерпні відповіді на всі питання білету, а також на додаткові питання, чітке визначення всіх понять, величин: 44-50 балів;
- вичерпні відповіді на всі питання білету, вичерпний розв'язок практичного завдання, не повні відповіді на додаткові питання: 37-43 бали;
- в деяких відповідях мають місце певні неточності або окремі помилки, але їх можливо виправити за допомогою додаткових питань викладача: 30-36 балів;
- припускаються суттєві помилки у відповідях або відсутня відповідь на одне з питань залікової роботи: 23-29 балів.

Розрахунок шкали рейтингу з дисципліни (r_d):

Сума вагових балів контрольних заходів протягом семестру складає: $R_c = \sum_i r_i$

де r - рейтингові або вагові бали за кожний вид робіт з дисципліни

$R_c = 25 \text{ ЛР} + 17 \text{ ПР} + 8 \text{ МКР} = 50$ балів.

Екзаменаційна складова R_E шкали дорівнює: $R_E = 50$ балів.

Таким чином, рейтингова шкала з дисципліни складає $R_D = R_c + R_E = 50 + 50 = 100$ балів.

Необхідною умовою допуску до екзамену є підготовка МКР, виконання і підготовка до захисту РГР, виконання 100% поточних лабораторних, передбачених програмою, а також стартовий рейтинг R_c не менше 50% від R_c . Тобто, не менше $R_c = 0,5 \times 50 = 25$ балів.

Студенти, які набрали протягом семестру рейтинг з дисципліни більше $0,5 \times R_c = 25$ балів, допускаються до екзамену.

Студенти, які набрали протягом семестру рейтинг з дисципліни менше $0,5 \times R_c = 25$ балів, зобов'язані до початку екзаменаційної сесії підвищити його, інакше вони не допускаються до екзамену з цієї дисципліни і мають академічну заборгованість.

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

- *в процесі опанування навчальної дисципліни використовуються учбові обладнання – мобільні роботи з гнучкою архітектурою, середовище програмування Arduino IDE та комп'ютерні програмні засоби для моделювання типу Tinkercad Arduino. Також за бажанням студентів можуть бути використані інструментальні програми з аналогічними можливостями.*

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено професор, д.т.н., професор, Узунов Олександр Васильович

Ухвалено кафедрою ПГМ (протокол № 17 від 25.06.2025)

Погоджено Методичною комісією інституту (протокол № 11 від 27 червня 2025 року).