

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ імені ІГОРЯ
СІКОРСЬКОГО»

Навчально-науковий механіко-машинобудівний інститут
кафедра прикладної гідроаеромеханіки і механотроніки

Мехатроніка смарт систем
СЕРТИФІКАТНА ПРОГРАМА
для другого (магістерського) рівня вищої освіти
за освітньою програмою
«Автоматизовані і роботизовані механічні системи»
спеціальності G9 Прикладна механіка

Ухвалено Методичною радою
КПІ ім. Ігоря Сікорського
від 26.09.2024 р., протокол № 1

Введено в дію наказом
від 09.10.2024 р., №НОД/739/24

Київ – 2026

Розробники СП:

Губарев Олександр Павлович, професор, доктор технічних наук, професор кафедри прикладної гідраеромеханіки і механотроніки

Узунов Олександр Васильович, професор, доктор технічних наук, професор кафедри прикладної гідраеромеханіки і механотроніки

Муращенко Альона Миколіївна, доцент, кандидат технічних наук, доцент кафедри прикладної гідраеромеханіки і механотроніки

Беліков Костянтин Олександрович, доцент, кандидат технічних наук, старший викладач кафедри прикладної гідраеромеханіки і механотроніки

Затверджено на засіданні кафедри, протокол №14 від 17.04.2024 року.

ЗМІСТ

1. Опис сертифікатної програми
2. Описи освітніх компонентів сертифікатної програми
3. Силабуси освітніх компонентів сертифікатної програми

1. ОПИС СЕРТИФІКАТНОЇ ПРОГРАМИ

1.1 Загальна інформація

Назва сертифікатної програми	Мехатроніка смарт систем
Рівень вищої освіти	Другий (магістерський)
Галузь знань	G механічна інженерія
Спеціальність	G9 Прикладна механіка
Освітня програма	Автоматизовані і роботизовані механічні системи
Факультет / Інститут	Науково-навчальний механіко-машинобудівний інститут
Кафедра	Прикладної гідроаеромеханіки і механотроніки
Обсяг сертифікатної програми	23 кредити ЄКТС
Мова викладання	Українська
Документ про опанування сертифікатної програми	Сертифікат встановленого зразка КПІ ім. Ігоря Сікорського
Термін дії сертифікатної програми	Безстроково
Інтернет- адреса постійного розміщення сертифікатної програми	http://pgm.kpi.ua/uk/pro-kafedru/dokumenty-kafedry https://mmi.kpi.ua/abiturientu/spetsialnosti-ta-spetsializatsii?id=730

1.2. Мета сертифікатної програми

Поглиблення знань у сфері створення, дослідження та експлуатації мехатронних систем та роботизованих комплексів, набуття прикладних умінь та навичок, що забезпечують реалізацію загальних та фахових компетенцій при підготовці фахівців у сфері автоматизації виробничих та експлуатаційних процесів з використанням новітніх технічних засобів мехатроніки і робототехніки, у тому числі інтелектуальних механічних смарт-систем.

1.3. Особливості участі слухачів Сертифікатної програми

Запис слухачів на сертифікатну програму здійснюється на основі поданої заяви, при цьому:

- зовнішні слухачі подають заяву не пізніше жовтня поточного навчального року для запису їх на наступний навчальний рік;
- запис на програму студентів, що навчаються за ОП «Автоматизовані та роботизовані механічні системи» відбувається в період реалізації студентами права на вільний вибір навчальних дисциплін на наступний навчальний рік/семестр.

Передумовами опанування сертифікатної програми є володіння базовими знаннями в області конструювання, механіки і гідропневмоавтоматики, електротехніки, систем і алгоритмів керування, моделювання процесів функціонування механічних систем та їх складових.

Слухачами сертифікатної програми можуть бути як студенти КПІ ім. Ігоря Сікорського, так і зовнішні слухачі. Зовнішні слухачі зобов'язані пройти тестування для перевірки знань з дисциплін «Дискретні системи керування виконавчими пристроями», «Основи промислового електроприводу», «Основи гідроавтоматики», «Проектування агрегатів автоматизованих механічних систем» які є основою для

опанування програми та поглиблення знань і навичок під час проходження навчання за сертифікатною програмою.

1.4. Компетентності та очікувані результати навчання

Сертифікатну програму запроваджено як профілізаційну складову освітньої програми, для задоволення освітніх потреб здобувачів – формування ними індивідуальної траєкторії здобуття вищої освіти.

Сертифікатна програма передбачає підвищення рівня сформованості спеціальних (фахових) компетентностей за спеціальністю, посилення професійної підготовки за освітньою програмою.

Сертифікатна програма спрямована на засвоєння слухачами особливостей створення, дослідження і використання машин, систем і пристроїв мехатроніки і робототехніки з врахуванням практичних задач галузі застосування. Вона наповнена унікальним контентом, розробленим спільно з стейкхолдерами, авторськими курсами, які базуються на використанні промислового обладнання провідних світових виробників і характеризуються практичністю та актуальністю, що дозволяє отримати додаткові знання та навички, розширити коло кар'єрних можливостей в сфері машинобудівної автоматизації.

Компетентності та очікувані результати навчання	
<p>Сертифікатна програма передбачає поглиблення компетентностей та спеціалізацію результатів навчання, здобутих під час вивчення дисциплін «Автоматизоване проектування та конструювання», «Гідроавтоматика і керування», «Особливості проектування автоматизованих механічних систем», «Електропривод з програмованим керуванням». Дана сертифікатна програма спрямована на засвоєння слухачами особливостей створення і дослідження машин, систем і пристроїв мехатроніки і робототехніки з врахуванням практичних задач галузі застосування. Вона наповнена унікальним контентом, розробленим спільно з стейкхолдерами, авторськими курсами, які базуються на використанні промислового обладнання і характеризуються практичністю та актуальністю, що дозволяє отримати додаткові знання та навички, розширити коло кар'єрних можливостей в сфері машинобудівної автоматизації.</p>	
<p>Компетентності, що посилюються сертифікатною програмою</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Здатність описувати та класифікувати широке коло технічних об'єктів та процесів, що ґрунтується на глибокому знанні та розумінні основних механічних теорій та практик, а також базових знаннях суміжних наук ➤ Об'єкт. Здатність використовувати базові уявлення про різноманітність підходів та засобів створення автоматизованих і роботизованих механічних систем з адаптивними алгоритмами функціонування і керування, до складу яких входять механічні, гідравлічні, пневматичні і електромеханічні компоненти ➤ Об'єкт детально. Здатність використовувати базові уявлення про різноманітність технічних рішень та функцій механічних, електромеханічних, гідравлічних та пневматичних виконавчих пристроїв, пристроїв контролю і керування, що входять до складу автоматизованих і роботизованих механічних систем з адаптивними алгоритмами функціонування і керування ➤ Проектування. Здатність використовувати сучасні методології і інструментальні засоби конструювання і проектування автоматизованих і роботизованих механічних систем з механічними, гідравлічними і

	<p>пневматичними компонентами із забезпеченням певних функціональних можливостей</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Моделювання. Здатність моделювати, визначати характеристики та функціональні можливості, визначати обмеження експлуатаційних режимів та оцінювати ефективність пневмо-гідро-електро-механічних компонентів та систем в складі автоматизованих та роботизованих технічних об'єктів ➤ Керування. Здатність виконувати структурний і логічний синтез та розробляти алгоритми та системи керування для автоматизованих і роботизованих механічних систем з механічними, гідравлічними і пневматичними компонентами ➤ Дослідження. Здатність досліджувати, оптимізувати, визначати раціональні параметри та режими функціонування і керування та оцінювати експлуатаційну ефективність автоматизованих та роботизованих технічних об'єктів та їх складових з використанням комплексних критеріїв та системних підходів ➤ Інновації. Здатність до інноваційної діяльності шляхом створення новітніх розробок мехатронних, гідравлічних, пневматичних і робототехнічних систем і їх елементів. Здатність використовувати вимоги міжнародних стандартів і сучасних методів управління для розробки і впровадження інноваційної техніки та підвищення ефективності виробництва ➤ Ефективність. Здатність оцінювати ефективність автоматизованих і роботизованих механічних систем та їх складових з механічними, гідравлічними і пневматичними компонентами з використанням комплексних критеріїв та сучасних методів
Очікувані результати навчання	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Здатність застосування засобів та пристроїв мехатроніки та робототехніки в системах автоматизованого машинобудування. ➤ Виконувати конструювання, проектування, моделювання та дослідження пристроїв, механізмів, автоматизованих механічних систем на стадії проектування з використанням сучасних комп'ютерних систем. ➤ Обґрунтовувати та виконувати оцінку інноваційних проектів, використовувати методики просування їх на ринку, давати економетричну та наукометричну оцінку, оцінювати ефективність розв'язків практичних задач. ➤ Розробляти робочі проекти і конструкторську документацію, системи та алгоритми керування до сучасних мехатронних систем згідно вимог нормативних документів, зокрема, інноваційні технічні рішення. ➤ Комплектувати, монтувати, налагоджувати та вводити в експлуатацію мехатронні та роботизовані механічні системи з механо-гідро-пневно-електричними пристроями та складними алгоритмами керування і функціонування, перевіряти відповідність системи управління якості вимогам міжнародних стандартів.

	<p>➤ Підвищувати ступінь та якість автоматизації існуючих об'єктів шляхом модернізації та реінжинірингу систем гідропневмоавтоматики, оптимізації режимів роботи і складу, використання інноваційних технічних рішень і підходів на засадах мехатроніки, робототехніки, штучного інтелекту, у тому числі за платформою INDUSTRY 4.0.</p>
--	--

1.5. Перелік освітніх компонентів

Освітні компоненти сертифікатної програми	Кількість кредитів ЄКТС	Форма підсумкового контролю	Семестр вивчення
Структурно-модульний синтез систем мехатроніки	5	екзамен	2
Модульні промислові системи	5	екзамен	2
Проектування мехатронних інтелектуальних систем	5	екзамен	2
Багатофункціональні мехатронні системи в енергоємних процесах	4	залік	2
Особливості проектування автоматизованих механічних систем	4	залік	2
Загальний обсяг кредитів ЄКТС	23		

1.6. Викладання та оцінювання

Викладання та навчання	Лекції, практичні, семінарські, лабораторні заняття
Оцінювання	<p>Види контролю результатів навчання: поточний, календарний, семестровий.</p> <p>Контроль проводиться згідно з <u>Положенням про поточний, календарний та семестровий контроль результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського</u></p> <p>Оцінювання результатів навчання здійснюється за рейтинговими системами, визначеними у силабусах навчальних дисциплін.</p> <p>Рейтингові системи оцінювання складені згідно з вимогами <u>Положення про систему оцінювання результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського</u></p>

1.7. Ресурсне забезпечення реалізації програми

Кадрове забезпечення	<p>Узунов Олександр Васильович, доктор технічних наук, професор, автор більш як 100 наукових праць, підручників та декількох навчальних посібників, має авторські курси з моделювання і проектування</p> <p>Губарев Олександр Павлович, доктор технічних наук, професор, автор більш як 100 наукових праць, підручників та декількох навчальних посібників, має авторські курси з синтезу систем керування</p> <p>Муращенко Альона Миколаївна, кандидат технічних наук, доцент, автор більш як 30 наукових праць та декількох</p>
----------------------	---

	<p>навчальних посібників, має авторські курси з енергоефективності автоматизованих систем</p> <p>Беліков Костянтин Олександрович, кандидат технічних наук, доцент, автор більш як 30 наукових праць та навчального посібника, має авторські наробки з автоматизованих мехатронних систем</p>
Матеріально-технічне забезпечення	<p>Дисципліни сертифікатної програми спираються на використання лабораторій: мехатроніки, автоматизованого проектування і моделювання, дискретних систем керування, які обладнані дидактичними стендами та використовують промислове обладнання виробництва Фесто, Рексрот, Бош, Сіменс, Гідросила Груп, Вікерс та інших виробників.</p>
Інформаційне та навчально-методичне забезпечення	<p>Викладання освітніх компонентів сертифікатної програми забезпечено використанням пакетів прикладних програм (FST, CoDeSys, MathLab, Python, Tinkercad та інш.) пакетами індивідуальних завдань, авторськими підручниками, навчальними посібниками, методичними вказівками, віртуальними лабораторними роботами, які представлені на сайті кафедри: http://pgm.kpi.ua/uk/pro-kafedru/dokumenty-kafedry</p>

2. ОПИСИ ОСВІТНІХ КОМПОНЕНТІВ СЕРТИФІКАТНОЇ ПРОГРАМИ

Освітній компонент 1 Ф-каталогу

Дисципліна	Структурно-модульний синтез систем мехатроніки
Кафедра	Прикладної гідроаеромеханіки і механотроніки
Рівень ВО	Другий (магістерський)
Курс, семестр	1 курс (2 семестр)
Обсяг	5 кредитів ЄКТС/150 годин (аудит. - 60, СРС - 90)
Мова викладання	Українська
Вимоги до початку вивчення	Успішне оволодіння знаннями та уміннями, набутими при вивченні дисциплін «Синтез дискретних систем керування», «Логічний синтез алгоритмів керування», «Електрогідропривод» або «Електропневмопривод»
Що буде вивчатися	Спадкоємність між складом і алгоритмами керування мехатроніки, варіанти структури систем Синтез структури і укладання алгоритмів керування для циклових, мультипроцесних та рефлексивних систем Синтез та налагодження типових систем мехатроніки, пошук помилок, розширення функцій системи
Чому це цікаво/треба вивчати	Структуру системи має визначати структура автоматизованого процесу. Значимість питання можна порівняти з описом сфери в декартових, циліндричних та сферичних координатах. Але реальні об'єкти на різних етапах життєвого циклу виявляють різні властивості, яким відповідають різні структурні рішення. Структурно-модульний синтез надає набір типових структурних рішень та інструменти їх застосування в мехатроніці.
Чому можна навчитися (результати навчання)	Будувати мехатронну систему з кроковою, часовою, ситуативною, сегментною, мультипроцесною та альтернативною структурою. Укладати алгоритми керування відповідно до обраного варіанту структурного рішення (мови LD, STL, ST). Поєднувати різні структурні рішення в спільному алгоритмі керування автоматизованим об'єктом.
Як можна користуватися набутими знаннями і уміннями (компетентності)	Шляхом аналізу певного процесу синтезувати структуру мехатронної системи з врахуванням особливостей процесу. Перетворювати структуру процесу функціонування в алгоритми керування для мультипроцесних та альтернативних систем з відкритою архітектурою. Виконувати реінжиніринг автоматизованих механічних систем включно із збільшенням кількості і різноманіття автоматизованих функцій.
Інформаційне забезпечення	Навчальна та робоча програми дисципліни, РСО, конспект лекцій (електронне видання), навчальний посібник (електронне видання)
Форма проведення занять	Лекції, лабораторні заняття, практичні заняття, МКР
Семестровий контроль	Екзамен

Освітній компонент 2 Ф-каталогу

Дисципліна	Модульні промислові системи
Кафедра	Прикладної гідроаеромеханіки і механотроніки
Рівень ВО	Другий (магістерський)
Курс, семестр	1 курс (2 семестр)
Обсяг	5 кредитів ЄКТС/150 годин (аудит. - 60, СРС - 90)
Мова викладання	Українська
Вимоги до початку вивчення	Успішне оволодіння знаннями та уміннями, набутими при вивченні дисциплін «Логічний синтез алгоритмів керування», «Електропневмопривод», «Електропривод з програмованим керуванням»
Що буде вивчатися	Особливості модульної будови та складу багатоприводних мехатронних систем виробничого призначення Елементна база для побудови систем з модульною будовою (основні типи приводів, датчиків, контролерів, мов програмування та програмних комплексів) Принципи розробки структури модульних систем, логіки взаємодії пристроїв та побудови алгоритмів керування Практична розробка алгоритмів керування, їх тестування на дидактичних модульних станціях Відпрацювання сервісних та експлуатаційних режимів роботи модульних систем
Чому це цікаво/треба вивчати	Модульна будова систем дозволяє відносно швидко та просто змінювати кількість задіяного обладнання або траєкторію руху виробничого процесу, адаптуючи систему до змін у виробничих задачах, тому є однією із сучасних тенденцій при розробці або модернізації автоматизованих ліній.
Чому можна навчитися (результати навчання)	Принципи модульної будови складних виробничих автоматизованих систем та структури алгоритмів керування модульними станціями Особливості об'єднання модулів в спільну систему, тестування виконавчих, керуючих та контролюючих пристроїв та системи в цілому Сучасні підходи, засоби і технічні рішення для побудови модульних автоматизованих систем із використанням засобів пневмоавтоматики, гідроавтоматики, електричних, гідравлічних і пневматичних агрегатів
Як можна користуватися набутими знаннями і уміннями (компетентності)	Аналізувати виробничий процес, умови та вимоги експлуатації, на основі чого робити раціональний розподіл системи на ланки та/або окремі модулі Синтезувати логіку взаємодії елементів системи та проводити розробку алгоритмів керування Підбирати необхідні засоби контролю і керування (приводи, датчики тощо) Здійснювати налагодження і тестування автоматизованих ланок виробничого процесу Проводити модернізацію та реінжиніринг існуючих мехатронних систем, а також оптимізацію режимів роботи і елементного складу
Інформаційне забезпечення	Навчальна та робоча програми дисципліни, РСО, конспект лекцій (електронне видання), навчальний посібник (електронне видання)
Форма проведення занять	Лекції, лабораторні заняття, практичні заняття, МКР
Семестровий контроль	Екзамен

Освітній компонент 3 Ф-каталогу

Дисципліна	Проектування мехатронних інтелектуальних систем
Кафедра	Прикладної гідроаеромеханіки і механотроніки
Рівень ВО	Другий (магістерський)
Курс, семестр	1 курс (2 семестр)
Обсяг	5 кредитів ЄКТС/150 годин (аудит. - 60, СРС - 90)
Мова викладання	Українська
Вимоги до початку вивчення	Успішне оволодіння знаннями та уміннями, набутими при вивченні дисциплін «Основи математичного моделювання та проектування фізично різнорідних систем»/«Основи математичного моделювання та проектування гідро та пневмосистем», «Машинобудівна гідравліка», «Дискретні системи керування приводами», «Об'ємні гідро- і пневмомашини і гідропередачі»
Що буде вивчатися	Аспекти людського та машинного інтелекту. Алгоритм проектування та принципи будови мехатронних інтелектуальних систем. Розробка кінематичних схем механічних частин автономних та стаціонарних об'єктів, проведення розрахунків для вибору приводів для забезпечення їх функціонування. Розробка функціональних та принципових схем електронних систем на основі контролерів для керування приводами механізмів різного призначення. Проведення розрахунків основних параметрів електронних систем керування та вибір компонентів. Побудова та налаштування електронних систем керування приводами механізмів з програмованими контролерами. Конструювання автоматично діючих об'єктів. Розробка комп'ютерних програм штучного інтелекту автоматичних об'єктів та дослідження їх функціональних властивостей.
Чому це цікаво/треба вивчати	Розглядається повний цикл проектування від ідеї до її фізичного втілення. Все, що задумується, перетворюється у реальні системи та перевіряється їх функціонування. До цього ще додається штучний інтелект, який треба розробити та реалізувати практично і продемонструвати його «розум» на прикладі виконання конкретного завдання.
Чому можна навчитися (результати навчання)	Розуміння алгоритму та основних принципів створення інтелектуальних машин та механізмів. Уміння та навички проектування сучасного обладнання, що містить компоненти різної фізичної природи, які об'єднуються програмним шляхом у єдину функціональну систему, що вирішує конкретну задачу.
Як можна користуватися набутими знаннями і уміннями (компетентності)	Набуті знання та уміння дозволяють проектувати, створювати та програмувати сучасні автономні та стаціонарні автоматично діючі об'єкти зі штучним інтелектом.
Інформаційне забезпечення	Навчальна та робоча програми дисципліни, РСО, конспект лекцій (електронне видання), навчальний посібник (електронне видання)
Форма проведення занять	Лекції, лабораторні заняття, практичні заняття, МКР
Семестровий контроль	Екзамен

Освітній компонент 4 Ф-каталогу

Дисципліна	Багатофункціональні мехатронні системи в енергоємних процесах
Кафедра	Прикладної гідроаеромеханіки і механотроніки
Рівень ВО	Другий (магістерський)
Курс	1 курс (2 семестр)
Обсяг	4 кредити ЄКТС (120 годин) (ауд.-44 год., СРС-76 год.)
Мова викладання	Українська
Вимоги до початку вивчення	Успішне оволодіння знаннями та уміннями, набутими при вивченні дисциплін «Логічний синтез алгоритмів керування», «Електропневмопривод», «Електропривод з програмованим керуванням»
Що буде вивчатися	Будова та склад багатофункціональних мехатронних систем в енергоємних процесах виробничого призначення. Принципи створення сучасного багатофункціонального обладнання для реалізації виробництва на основі механотроніки. Інтелектуальні мехатронні модулі для потреб машинобудування (такі як для верстатів з числовим програмним керуванням та промислових роботів)
Чому це цікаво/треба вивчати	Багатофункціональних мехатронних систем можуть використовуватися в промислових рототах та маніпуляторах. Вони все частіше використовуються для зварювальних та фарбувальних робіт, збиральних операцій, виготовлення електронних друкованих плат, металообробки, у космічних дослідженнях та в багатьох інших процесах, де можна автоматизувати роботу.
Чому можна навчитися (результати навчання)	Сучасні підходи, засоби і технічні рішення для побудови багатофункціональних мехатронних систем в енергоємних процесах із використанням засобів пневмоавтоматики, гідроавтоматики, електричних, гідравлічних і пневматичних агрегатів
Як можна користуватися набутими знаннями і уміннями (компетентності)	Підбирати необхідні засоби контролю і керування (приводи, датчики тощо) Проводити модернізацію та реінжиніринг існуючих мехатронних систем, а також оптимізацію режимів роботи і елементного складу
Інформаційне забезпечення	Навчальна та робоча програми дисципліни, РСО, конспект лекцій (електронне видання), навчальний посібник (електронне видання)
Форма проведення занять	Лекції, практичні роботи, МКР
Семестровий контроль	Залік

Освітній компонент 5 Ф-каталогу

Дисципліна	Особливості проектування автоматизованих механічних систем
Кафедра	Прикладної гідроаеромеханіки і механотроніки
Рівень ВО	Другий (магістерський)
Курс	1 курс (2 семестр)
Обсяг	4 кредита ЄКТС/120 годин (аудит. - 44, СРС - 76)
Мова викладання	Українська
Вимоги до початку вивчення	Успішне оволодіння знаннями та уміннями, набутими при вивченні дисциплін «Основи математичного моделювання та проектування фізично різноманітних систем»/«Основи математичного моделювання та проектування гідро та пневмосистем», «Об'ємний гідропривод», «Машинобудівна гідравліка», «Деталі машин», «Основи конструювання і проектування», «Комп'ютерне проектування модулів мехатроніки і робототехніки»
Що буде вивчатися	Типи систем та їх призначення. Принципи проектування механічних систем в пристроях та об'єктах мехатроніки з використанням сучасних CAD/CAE пакетів. Застосування системного підходу та методів системної інженерії при проектуванні об'єктів.
Чому це цікаво/треба вивчати	Застосування в процесі проектування різноманітних, спеціалізованих програм тривимірного моделювання та аналізу роботи систем сприяє розвитку інженерних навиків та розширює спектр робочих програм, які успішно застосовуються у провідних компаніях. Раціональний вибір програмних пакетів в залежності від наявної задачі в разі скорочує термін проектування, надає можливості з'ясування причин проблем або визначення шляхів покращення характеристик системи чи об'єкту.
Чому можна навчитися (результати навчання)	вибирати та застосовувати раціональні методи та технічні засоби для вирішення конкретних задач проектування автоматизованих механічних систем в машинобудуванні; проводити оцінку відповідності розроблених систем до поставлених вимог; обирати раціональні технічні засоби відповідно до конкретних практичних задач; складати, налагоджувати, корегувати системи на основі пневматичних, електричних і гідравлічних пристроїв.
Як можна користуватися набутими знаннями і уміннями (компетентності)	Набуті знання та вміння використовують при проектуванні різного роду систем, зокрема в об'єктах мехатроніки, за допомогою сучасних комп'ютерних інструментальних засобів
Інформаційне забезпечення	Навчальна та робоча програми дисципліни, РСО, конспект лекцій (електронне видання), навчальний посібник (електронне видання)
Форма проведення занять	Лекції, практичні заняття, МКР
Семестровий контроль	Залік

3. Силабуси освітніх компонентів сертифікатної програми

Силабуси вибіркових дисциплін сертифікатної програми «Мехатроніка смарт систем» ОПП магістра «Автоматизовані і роботизовані механічні системи» за спеціальністю G9 Прикладна механіка



Національний технічний університет України
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»



Кафедра Прикладної
гідроаеромеханіки і
механотроніки

СТРУКТУРНО-МОДУЛЬНИЙ СИНТЕЗ СИСТЕМ МЕХАТРОНІКИ (СМС)

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Другий (магістерський)</i>
Галузь знань	<i>G Механічна інженерія</i>
Спеціальність	<i>G9 Прикладна механіка</i>
Освітня програма	<i>Автоматизовані та роботизовані механічні системи</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>1 курс, викладається в одному семестрі (весняний)</i>
Обсяг дисципліни	<i>5 кредитів ЄКТС</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Екзамен / МКР / лабораторні роботи/ практичні заняття</i>
Розклад занять	<i>Лекції 30 годин, практичні 14 год, лабораторні 16 годин, (2 години лекції та по 1 години лаб.р/практ.. на тиждень), СРС 90 годин, http://rozklad.kpi.ua/Schedules/</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: докт. наук, професор, Губарев Олександр Павлович, gubarev_skhool@i.ua, к.т.н., , доцент, Муращенко Альона Миколаївна, a_kirya@i.ua Практичні / Лабораторні: к.т.н., ст. викладач, Беліков Костянтин Олександрович, belikivka@gmail.com, к.т.н., доцент, Муращенко Альона Миколаївна, a_kirya@i.ua, доктор філософії Синицина Єлизавета Юріївна</i>
Розміщення курсу	<i>https://pgm.kpi.ua/silabus/</i>

Програма навчальної дисципліни

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

Програма навчальної дисципліни «**Структурно-модульний синтез систем мехатроніки**» (далі СМС) складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки магістра з галузі знань 13 «Механічна інженерія» за спеціальністю 131 «Прикладна механіка».

Метою навчальної дисципліни є формування у студентів здатностей- синтезувати структуру систем та логіку взаємодії виконавчих пристроїв відповідно до автоматизованого процесу та технічних засобів автоматизації, побудованих за модульним підходом на засадах мехатроніки;

- створювати розподілені за модулями системи асинхронного та альтернативного

керування із комбінуванням апаратних та алгоритмічних підходів та засобів для технічних об'єктів різного призначення..

Предметом навчальної дисципліни є: принципи модульної будови систем мехатроніки з використанням гідро- та пневмоприводів, автоматизація технічних об'єктів засобами мехатроніки, складання та налагодження прототипів систем, модернізація систем. Ці питання в даному курсі розглядаються комплексно з урахуванням сучасних вимог до знань з технічних, технологічних і економічних аспектів машинобудівної галузі.

Програмні результати навчання :

Компетенції, що посилюються вибірковою дисципліною: Спеціалізовані концептуальні знання новітніх методів та методик проектування і дослідження конструкцій, машин та/або процесів в галузі машинобудування, Здатність застосовувати відповідні математичні, наукові і технічні методи, інформаційні технології та прикладне комп'ютерне програмне забезпечення для вирішення інженерних і наукових завдань з прикладної механіки, Здатність виконувати структурний і логічний синтез та розробляти алгоритми та системи керування для автоматизованих і роботизованих механічних систем з механічними, гідравлічними і пневматичними компонентами.

Знання:

основних методів структурного синтезу та варіантів модульної будови систем мехатроніки; методів розробки ефективних за своїми параметрами та можливостями систем та алгоритмів керування;

типових розв'язків практичних задач автоматизації на основі модульної будови систем, що стоять перед інженером-розробником автоматизованих об'єктів різного призначення.

Уміння:

розподілити технічний об'єкт та процес його функціонування на структурні модулі;

підібрати раціональну структурну модель та формалізувати опис роботи об'єкту;

розподілити елементний склад системи на системні модулі;

синтезувати логіку функціональних макромодулів та функції їх спряжень;

складати схеми та розробляти алгоритми керування, узгоджувати їх взаємодію;

забезпечити діагностику системи та ввести її в експлуатацію.

Досвід:

практичної роботи по структурно-модульному синтезу систем мехатроніки із сполученням апаратних та програмованих засобів керування;

розробки систем 1 – 5 класів складності на комплекті завдань, наближених до практичних потреб;

оволодіння знаннями та навичками побудови багаторежимних мехатронних систем.

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни

Необхідне попереднє успішне оволодіння знаннями та уміннями, набутими при вивченні дисциплін «Електрогідропневматичні системи з фізично різномірним керуванням», «Гідроавтоматика і керування», «Логічний синтез систем алгоритмів керування».

Результати вивчення дисципліни «Структурно-модульний синтез систем мехатроніки» є корисними для подальшого дослідження за програмою магістерської дисертації.

3. Зміст навчальної дисципліни

1. Особливості, переваги та недоліки модульної будови та складу багатопривідних мехатронних систем, функції контролю, керування та виконання
2. Модульна будова багатоелементних послідовних систем дискретної дії: циклограми, крокові та діаграмні структури
3. Модуль-такт, пневматичні апаратні засоби побудови послідовної структури та їх інформаційний аналог (мови LD та STL).
4. Електрорелейні апаратні засоби побудови крокової структури та їх інформаційний аналог (мови LD та STL)
5. Алгоритми керування з кроковою структурою та з часовою тактовою структурою(мови LD

та STL).

6. Модульна будова багатоелементних систем дискретної дії: кінцеві автомати, приклади, мінімізація, СДНФ, принципові схеми та алгоритми керування
7. Модульна будова багатоелементних систем дискретної дії: ситуаційне керування, загальна структура алгоритму керування, задачі і особливості.
8. Логічні функції ситуативного керування, модуль-ситуація, особливості застосування до задачі синтезу систем
9. Структура алгоритму із використанням ситуативного керування (мови LD та STL)
10. Циклічно-модульна будова багатоелементних систем дискретної дії, задачі і особливості.
11. Елементна база циклічно-модульного структурного синтезу мехатронних систем.
12. Мехатронні системи з мультипроцесною структурою керуванням
13. Циклічний модуль, структура модуля і системи, особливості логіки функціонування, причинно-наслідкова модель
14. Загальний алгоритм мультипроцесного керування, особливості опису циклічних модулів мехатронних систем
15. Структурний синтез систем 4-го класу (мультипроцесних)
16. Структурний синтез систем 5-го класу (альтернативних)
17. Циклічні макро модулі, логічна будова, умови використання)
18. Експлуатаційний та життєвий цикли, режими функціонування системи)
19. Загальний алгоритм керування багаторежимною модульною системою мехатроніки
20. Додавання та виключення модулів зі складу системи, задача модернізації для модульних систем мехатроніки

4. Навчальні матеріали та ресурси

Основні інформаційні ресурси

1. Яхно О.М. та інші. Прикладна гідроаеромеханіка і мехатроніка / Під ред. Яхно О.М..- Вінниця: ВНТУ, 2019.- 711 с.
2. Функціональні модулі систем мехатроніки з пневматичними, електромеханічними та гідравлічними виконавчими пристроями [Електронний ресурс]: навч. Посіб / О.П. Губарев, О.С. Ганпанцурова, К.О. Беліков, А.М. Муращенко; КПП ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 14,7 Мбайт). – Київ : КПП ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 104 с.
3. Губарев О.П., Аверін В.З., Левченко О.В. “Програмовані контролери в системах керування гідропневмоавтоматики” (частина 2) Методичні вказівки до лабораторних робіт, для студентів спеціальності “Гідравлічні і пневматичні машини”, «Прикладна механіка».- Київ: НТУУ«КПІ».- Вид. Біла Церква: “БК Нафтохім-Аваль”.- 2006.- 52с.
4. Губарев О.П., Левченко О.В. Методичні вказівки до лабораторних робіт з курсу “Програмовані контролери в системах керування гідропневмоавтоматики” (частина 1) студентам, що навчаються за фахом “Гідравлічні і пневматичні машини”.- Київ, НТУУ “КПІ”, 2005.- 48 с.
5. Губарев О.П., Ганпанцурова О.С. Мехатроніка: Циклічно-модульний підхід до вирішення практичних задач автоматизації.- Київ: НТУУ«КПІ».- ВАТ —Білоцерківська друкарня, 2016, 160с.
6. Ельперін Ш.В. Промислові контролери: Навч. посіб./Ш.В. Ельперін.-К.: НУХТ, 2003.-320с.

Додаткові інформаційні ресурси

1. Вступ в мехатроніку / Під ред. О.М.Яхно.- К.: НТУУ«КПІ», 2008.- 528с.
2. Губарев О.П., Узунов О.В. “Синтез дискретних систем управління”. Методичні вказівки.- К.: НТУУ“КПІ”, 1996.-47с.
3. Губарев О.П., Левченко О.В., Ганпанцурова О.С. “Дискретні системи керування гідропневмоавтоматики” (частина 1 - Пневмоавтоматика) Методичні вказівки до лабораторних робіт, для студентів спеціальності “Гідравлічні і пневматичні машини”.- Київ: НТУУ«КПІ».- Вид. Біла Церква: “БК Нафтохім-Аваль”.- 2007.- 52с.
4. Deppert W., Stoll K. Pneumatikanwendungen – Koaten senken mit Pneumatic Wurzburg.- Vogel-Buchverlag, 1990.- 412 s.
5. Didactic systems: Fluidprax, Hydraulik, Elektrik/Elektronik.-Bosch Rexroth AG.-ErbachOdenwald.-

2002.-128 S.

- *Всі базові літературні джерела є в бібліотеці КПП та в методичному кабінеті кафедри, додаткові джерела спрямовані на ознайомлення з елементною базою, відомими теоретичними підходами до структурного синтезу систем, сприяють розширенню світогляду на будову технічних систем;*
- *Жодне джерело, як і всі перелічені літературні джерела разом, не є достатнім для опанування дисципліни без виконання комплексу основних та залікових лабораторних робіт та самостійного розв'язання типових задач структурного синтезу систем мехатроніки;*
- *Базові джерела містять теоретичні матеріали та приклади за всіма темами дисципліни і їх можна використовувати так само, як матеріал лекцій, але під час лекцій надається їх зв'язок з фрагментами методик та практичним і лабораторним використанням, чого не можна отримати з жодного літературного джерела;*
- *Теми розділів/підрозділів в джерелах 1 – 6 відповідають матеріалам лекційного курсу.*

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

ЛЕКЦІЙНІ ЗАНЯТТЯ

	<i>Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)</i>
1.	<i>Особливості, переваги та недоліки модульної будови та складу багатопривідних мехатронних систем, функції контролю, керування та виконання Література: 1 (вступ, розд.3, 4, 5), 6 (вступ, розд.1,2), 1 доп., 8 – 11 доп.</i>
2.	<i>Модульна будова багатоелементних послідовних систем дискретної дії: циклограми, крокові та діаграмні структури. Література: 1 (вступ, розд. 4), 3 (вступ, розд.3,4)</i>
3.	<i>Модульна будова багатоелементних систем дискретної дії: кінцеві автомати, ситуаційне керування, графи, сітки Література: 3, доп. 2, 4, 5, 11.</i>
4.	<i>Елементна база структурного синтезу мехатронних систем за модульним принципом Література: 1, 3 (розд.4), 1 доп. (с. 3 – 26)</i>
5.	<i>Модуль-такт, пневматичні апаратні засоби побудови послідовної структури та їх інформаційний аналог (мови LD та STL) Література: 1 (розд 4), 3 (розд.2), 3 доп.</i>
6.	<i>Електрорелейні апаратні засоби побудови послідовної структури та їх інформаційний аналог (мови LD та STL) Література: 3 (розд.2), 3 доп.</i>
7.	<i>Модуль-ланцюг, апаратні та алгоритмічні засоби побудови структури (мови LD та STL) Література: 1 (розд 5), 3 (розд.2), 3 доп.</i>
8.	<i>Логічні функції ситуативного керування, модуль-ситуація, особливості застосування до задачі синтезу систем Література: 6, 2 доп.</i>
9.	<i>Структура алгоритму із використанням ситуативного керування (мови LD та STL). Література: 6, 1 доп, 2 доп..</i>
10.	<i>Мехатронні системи з мультипроцесною структурою керуванням Література: 3, 6 (розд.3,4), 1 доп.</i>
11.	<i>Циклічний модуль, структура модуля і системи, особливості логіки функціонування, причинно-наслідкова модель. Загальний алгоритм мультипроцесного керування, особливості опису циклічних модулів мехатронних систем Література: 3, 6, 2 доп.</i>
12.	<i>Структурний синтез систем 4-го класу (мультипроцесних). Структурний синтез систем 5-го класу (альтернативних) Література: 3 (розд 4), 6 (розд.4)</i>

13.	<i>Циклічні макромодулі, логічна будова, умови використання. Експлуатаційний та життєвий цикли, режими функціонування системи</i> Література: 3 (розд. 5,8,9), 1, 3,6,7,8 доп.
14.	<i>Загальний алгоритм керування багаторежимною модульною системою</i> Література: 1 (розд. 5), 3 (розд.6,7,8), 1,2,5,9,10 доп.
15.	<i>Додавання та виключення модулів зі складу системи, задача модернізації для модульних систем мехатроніки</i> Література: 1 (розд. 5), 3, 6 (приклад)

Практичні заняття

№ з/п	Тема практичної роботи	Кількість годин
1.	<i>Ознайомлення з лабораторними стендами, інструктаж з техніки безпеки, розподіл на робочі групи, вмикання/вимикання стендів, системи живлення. Виконавчі пристрої, засоби керування (бістабільні, моностабільні), засоби контролю (кінцеві вимикачі), монтаж обладнання на робочих панелях</i>	2
2.	<i>Тестування обладнання ланки пакування і відвантаження. Врахування кількості входів і виходів контролера, підбір засобів контролю.</i>	2
3.	<i>Тестування обладнання ланки вхідного контролю. Врахування кількості входів і виходів контролера, варіантів продукції, підбір засобів контролю.</i>	2
4.	<i>Тестування обладнання ланки приготування суміші. Врахування кількості входів і виходів контролера, варіантів продукції, підбір засобів контролю.</i>	2
5.	<i>Розробка алгоритму багаторежимної експлуатації ланки вхідного контролю, пакування і відвантаження</i>	2
6.	<i>Розробка алгоритму багаторежимної експлуатації ланки приготування суміші</i>	2
7.	<i>Налагодження взаємодії ланок вхідного контролю і приготування суміші, пакування і відвантаження</i>	2

Лабораторні роботи

№ з/п	Тема лабораторної роботи	Кількість годин
1.	<i>Ознайомлення з лабораторними стендами, Створення макету виробничої системи з ланками вхідного контролю, приготування, фасування і пакування і відвантаження будівельної суміші. Підбір обладнання, під'єднання до контролера.</i>	4
2.	<i>Розробка і налагодження алгоритму керування за кроковою структурою для ланки пакування і відвантаження.</i>	4
3.	<i>Розробка і налагодження алгоритму керування за ситуативною схемою для ланки вхідного контролю.</i>	2
4.	<i>Розробка і налагодження алгоритму керування за мультипроцесною схемою для ланки приготування суміші.</i>	4
5.	<i>Розробка алгоритму багаторежимної експлуатації ланки приготування суміші</i>	2

6. Самостійна робота студента

№ з/п	Вид самостійної роботи	Кількість годин СРС
1.	<i>Підготовка аудиторних робіт.</i>	56
2.	<i>Виконання РГР 10-15 Не передбачено</i>	-
3.	<i>Виконання ДКР 10-20 Не передбачено</i>	-
4.	<i>Виконання МКР 2</i>	4
5.	<i>Підготовка до заліку 6 Не передбачено</i>	-
6.	<i>Підготовка до екзамену 30</i>	30
	<i>Всього:</i>	90

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Система вимог, які викладач ставить перед студентом:

- правила відвідування занять: відповідно до Наказу 1-273 від 14.09.2020 р. заборонено оцінювати присутність або відсутність здобувача на аудиторному занятті, в тому числі нараховувати заохочувальні або штрафні бали. Відповідно до РСО даної дисципліни бали нараховують за відповідні види навчальної активності на лекційних заняттях.
- правила поведінки на заняттях: студент має можливість отримувати бали за відповідні види навчальної активності на лекційних заняттях, передбачені РСО дисципліни;
- використання засобів пошуку інформації на Google-сторінці викладача, в інтернеті;
- правила призначення заохочувальних та штрафних балів: заохочувальні та штрафні бали не входять до основної шкали РСО, а їх сума не перевищує 10% стартової шкали;
- політика щодо академічної доброчесності встановлює загальні моральні принципи, правила етичної поведінки осіб та передбачає політику академічної доброчесності для осіб, що працюють і навчаються, якими вони мають керуватись у своїй діяльності, в тому числі при вивченні та складанні контрольних заходів з дисципліни;
- при використанні цифрових засобів зв'язку з викладачем (мобільний зв'язок, електронна пошта, переписка на форумах та у соц. мережах тощо) необхідно дотримуватись загальноприйнятих етичних норм, зокрема бути ввічливим та обмежувати спілкування робочим часом викладача.

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

Поточний контроль: експрес-опитування на практичних заняттях; лабораторні роботи, МКР.

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

Семестровий контроль: екзамен.

Умови допуску до семестрового контролю: мінімальний семестровий рейтинг більше половини стартової складової балів.

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

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:

- відповіді під час практичних занять (14 занять);
 - Лабораторних робіт (16 занять);
- виконання модульної контрольної роботи (МКР)
 - Експрес-опитування.

Робота на практичних заняттях (максимум 17,5 бали):

- захищена робота – 2,5 бали;
- активна творча робота – 2 бала;
- плідна робота – 1 бал;
- пасивна робота – 0 балів.

Робота на лабораторних роботах (максимум 21 бали):

- захищена робота – 3 бали;

- активна творча робота – 2 бала;
- плідна робота – 1 бал;
- пасивна робота – 0 балів.

Виконання МКР:

- творчо виконана робота – 8 балів;
- роботу виконано з незначними недоліками – 7 балів;
- роботу виконано з певними помилками – 6 балів;
- роботу не зараховано (не виконано або є грубі помилки) – 0 балів.

Штрафні та заохочувальні бали:

За правильні відповіді під час експрес-опитувань – максимум 3,5 бали.

За несвоєчасне виконання модульної контрольної 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 та хоче підвищити поточну оцінку, виконує додаткову контрольну роботу.

На екзамені студенти виконують письмову контрольну роботу за двома запитаннями та розв'язують практичне завдання. Кожне екзаменаційне завдання містить два запитання з різних тематичних розділів.

Критерії екзаменаційного оцінювання:

- вичерпні відповіді на всі питання білету, вичерпний розв'язок практичного завдання, а також відповіді на додаткові питання: 48-50 балів;
- вичерпні відповіді на всі питання білету, вичерпний розв'язок практичного завдання, не повні відповіді на додаткові питання: 45-47 балів;
- принципові відповіді на всі питання білету, вичерпний розв'язок практичного завдання, не повні відповіді на додаткові питання: 40-44 бали;
- в деяких відповідях мають місце певні неточності: 35-39 балів;
- допускаються окремі помилки, але їх можливо виправити за допомогою додаткових питань викладача, має місце розуміння модульної будови алгоритму керування: 33-34 бали;
- припускаються суттєві помилки у відповідях або відсутня відповідь на одне з питань: робота не зарахована.

В підсумку студент отримує оцінку що складається з суми балів за екзаменаційну контрольну роботу, та балів, отриманих за МКР та балів, отриманих на лабораторних заняттях.

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 (табл. 1 - 5).

$R_c = 42\text{пр.лаб.оп.} + 8\text{МКР} = 50$ 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.

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

Необхідною умовою допуску до екзамену є виконання 80% лабораторних, передбачених програмою, а також стартовий рейтинг R_c не менше 50% від R_c . Тобто, не менш $R_c = 0,5 \times 50 = 25$ 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)

- **Приклад екзаменаційного завдання**

1. Крокова структура мехатронної системи та її реалізація засобами алгоритмічної мови STL.
2. Модуль таймера за схемою альтернативної системи та його реалізація засобами алгоритмічної мови STL.
3. Скласти алгоритм керування за циклограмою з часово-тактовою структурою системи (тривалість тактів в секундах: 2, 2, 5, 1, 1, 3, 5, 1) для наступного технологічного циклу (мова STL):

$$1, 2_s \rightarrow 3 \rightarrow (2 \text{ sec}) \rightarrow 4^P \rightarrow \bar{2}_s \rightarrow \bar{4}^P \rightarrow \bar{1}, 2_s \rightarrow \bar{3} \rightarrow \bar{2}_s$$

- **можливе зарахування сертифікатів** проходження літньої школи «Мехатроніка в машинобудуванні» за 4 лабораторних роботи.
- **можливе відпрацювання 30%** лабораторних робіт під час роботи асистентом команди 2-го етапу Всеукраїнської студентської олімпіади «Мехатроніка в машинобудуванні».
- **Рекомендована тематика об'єктів автоматизації для РГР**
Завдання 1. Автоматизована ланка сепарації сипучих матеріалів.
Завдання 2. Автоматизована лінія складального виробництва.
Завдання 3. Виробнича лінія приготування лако-фарбових сумішей.
Завдання 4. Автоматизована ланка фасування, пакування і маркування борошна.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус): Структурно-модульний синтез систем мехатроніки

Складено:

професором кафедри ПГМ, доктором технічних наук, професором Губаревим Олександром Павловичем

доцентом кафедри ПГМ, кандидатом технічних наук, доцентом Муращенко Альоною Миколаївною

Ухвалено кафедрою ПГМ (протокол № 14 від 15.05.2026)

Погоджено Методичною комісією інституту (протокол № _____ від _____ 2026 року).

МОДУЛЬНІ ПРОМИСЛОВІ СИСТЕМИ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Другий (магістерський)</i>
Галузь знань	<i>G Механічна інженерія</i>
Спеціальність	<i>G9 Прикладна механіка</i>
Освітня програма	<i>Автоматизовані та роботизовані механічні системи</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>1 курс, викладається в одному семестрі (весняний)</i>
Обсяг дисципліни	<i>5 кредитів ЄКТС</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Екзамен / МКР / практичні роботи, лабораторні роботи</i>
Розклад занять	<i>Лекції 30 годин, лабораторні 16 годин, практичні 14 годин (2 години лекції та 2 години лаб./практ.р. на тиждень), СРС 90 годин, http://rozklad.kpi.ua/Schedules/</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: к.т.н., доцент, Беліков Костянтин Олександрович, belikovka@gmail.com</i>
Розміщення курсу	<i>https://campus.kpi.ua/tutor/index.php?mode=mob&show&irid=268749</i>

Програма навчальної дисципліни

1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання
Програма навчальної дисципліни «**Модульні промислові системи**» складена відповідно до освітньо-професійної та освітньо-наукової програми підготовки магістрів з галузі знань G «Механічна інженерія» за спеціальністю G9 «Прикладна механіка».

Метою навчальної дисципліни є формування у студентів здатностей розв'язувати складні практичні задачі шляхом використання інструментальних засобів побудови промислових автоматизованих систем та окремих виробничих ділянок з ефективним сполученням вільнопрограмованих контролерів і сенсорів з виконавчими та керуючими пристроями гідроприводу, пневмоприводу та електроприводу для технічних об'єктів різного призначення.

Предметом навчальної дисципліни є: принципи модульної будови складних виробничих автоматизованих систем, алгоритми керування модульними станціями, створення керуючих програм для різних за фізичною природою та принципом дії засобів автоматизації, сервісні режими роботи модульних систем, налагодження і тестування автоматизованих ланок виробничого процесу. Ці питання в даному курсі розглядаються комплексно з урахуванням сучасних вимог до знань з технічних, технологічних і економічних аспектів машинобудівної галузі.

Програмні результати навчання :

Компетенції, що посилюються вибірковою дисципліною: здатність виконувати структурний і логічний синтез та розробляти алгоритми та системи керування для автоматизованих і роботизованих механічних систем з механічними, гідравлічними і пневматичними компонентами; здатність використовувати базові уявлення про різноманітність підходів та засобів створення автоматизованих і роботизованих механічних систем з адаптивними алгоритмами функціонування і керування, до складу яких входять механічні, гідравлічні, пневматичні і електромеханічні компоненти.

Знання: знати принципи модульної будови складних виробничих автоматизованих систем та структури алгоритмів керування модульними станціями; знати особливості будови сучасних мов програмування; знати принципи створення керуючих програм для різних за фізичною природою та принципом дії засобів автоматизації; знати особливості об'єднання модульних станцій в спільну систему, тестування виконавчих, керуючих та контролюючих пристроїв та модульної станції в цілому.

Уміння: проаналізувати виробничий процес, встановити його склад за певними діями, функціями та операціями; проаналізувати умови та вимоги експлуатації, обґрунтувати логіку ефективного розподілення процесу на ланки та виробничої системи на модульні станції; розробити модульну структуру процесу функціонування системи; синтезувати логіку взаємодії елементів системи; розробити алгоритм функціонування системи модульних станцій; підвищувати ступінь та якість автоматизації існуючих об'єктів шляхом модернізації та реінжинірингу мехатронних систем, оптимізації режимів роботи і складу, використання інноваційних технічних рішень і підходів.

Досвід: вибору та використання методик та технічних засобів при створенні мехатронних систем із модульною будовою; практичної роботи із створення та налагодження алгоритмів керування для модульних мехатронних систем; вибору засобів контролю і керування з урахуванням режимів експлуатації модульної системи; здійснення налагодження і тестування автоматизованих ланок виробничого процесу; оволодіння первинними знаннями та навичками побудови багаторежимних модульних автоматизованих дискретних систем.

2.Пререквізити та постреквізити дисципліни

Необхідне попереднє успішне оволодіння базовими знаннями та вміннями, набутими при опануванні першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за спеціальністю G9 Прикладна механіка.

Результати вивчення дисципліни «Модульні промислові системи» є корисними для подальшого дослідження за програмою магістерської дисертації.

3.Зміст навчальної дисципліни

Розділ 1. Загальні відомості про модульну будову багатoprиводних систем виробничого призначення.

Тема 1.1. Особливості модульної будови та складу багатoprиводних мехатронних систем виробничого призначення з гідропневматичними електричними та іншими засобами дискретної дії.

Тема 1.2. Засоби формального зображення багатоелементних послідовних систем дискретної дії: таблиці стану та переходів; тактові діаграми, часові діаграми, циклограми; функціональні графи.

Розділ 2. Перетворення структури процесу в структуру системи.

Тема 2.1. Продуктивний підхід до визначення структури виробничого процесу та його розподілу на складові.

Тема 2.2. Елементна база структурного синтезу мехатронних систем за модульним принципом.

Тема 2.3. Побудова системи управління об'єктом та окремим модулем на базі вільнопрограмованих контролерів та апаратних засобів контролю і керування.

Тема 2.4. Особливості модульної будови структури систем з мультипроцесною та конвеєрною програмою дій.

Розділ 3. Логічний та структурний синтез модульних виробничих станцій з мультипроцесною програмою дій.

Тема 3.1. Відповідність алгоритмів функціонування виробничих систем та алгоритмів керування мультипроцесною програмою дій.

Тема 3.2. Алгоритм керуючої програми модульної станції з псевдомультипроцесною програмою керування.

Тема 3.3. Алгоритм керуючої програми модульної станції з кроковою структурою програми керування.

Тема 3.4. Алгоритм керуючої програми модульної станції з використанням підпрограм для забезпечення керованості паралельних дій.

Розділ 4. Експлуатаційні режими модульних станцій та алгоритми керування.

Тема 4.1. Режими пуско-налагоджувальних робіт. Вмикання та вимикання системи, одиничний та тривалий цикл, режим «Пауза», особливості використання режимів в окремому модулі та в модульній системі.

Тема 4.2. Режим аварійної зупинки, режими ручного та напіваавтоматичного керування.

Тема 4.3. Поєднання експлуатаційних та сервісних режимів в алгоритмі керування з кроковою структурою та використанням підпрограм.

Тема 4.4. Поєднання експлуатаційних та сервісних режимів в мультипроцесному алгоритмі керування з використанням підпрограм.

Методичні рекомендації

Програма складена для денної форми навчання. Для успішного засвоєння курсу слід передбачити тісний взаємозв'язок всіх видів занять – лекційних, самостійної роботи та лабораторних. Теоретичний матеріал, викладений на лекційних заняттях, є основою для вирішення практичних інженерних завдань, що виконуються під час лабораторних/практичних завдань на спеціалізованому дидактичному обладнанні фірми ФЕСТО та під час виконання розрахунково-графічної роботи. За час навчання студент виконує лабораторні роботи з використанням дидактичних модульних станцій, укомплектованих обладнанням фірм Фесто, Сіменс та Вікерс, самостійно розробляє алгоритми керування модульними станціями, проводить тестування роботоздатності систем, налагодження та відпрацювання сервісних та експлуатаційних режимів роботи. Це дозволяє поглибити знання з кожної теми. З метою вивчення дисципліни під час самостійної роботи та лабораторних занять необхідно використовувати підручники, посібники та практикувати навички розв'язування реальних задач на дидактичному обладнанні. Проведення індивідуального консультування відбувається протягом курсу навчання.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Основні інформаційні ресурси

1. Губарев О.П., Ганпанцурова О.С. Мехатроніка: Циклічно-модульний підхід до вирішення практичних задач автоматизації.- Київ: НТУУ«КПІ».- ВАТ —Білоцерківська друкарня, 2016, 160с.
2. Яхно О.М. та інш. Прикладна гідроаеромеханіка і мехатроніка / Під ред. Яхна О.М..- Вінниця: ВНТУ , 2019.- 711 с.
3. Губарев О.П., Ганпанцурова О.С. Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни “Модульні промислові системи”, студентам спеціальностей “Прикладна механіка”, “Галузеве машинобудування” спеціалізації “Мехатронні системи в машинобудуванні”. - Київ: НТУУ«КПІ».- ВАТ “Білоцерківська друкарня”, 2017, 60с.
4. Функціональні модулі систем мехатроніки з пневматичними, електромеханічними та гідравлічними виконавчими пристроями [Електронний ресурс]:навч. Посіб / О.П. Губарев, О.С. Ганпанцурова, К.О. Беліков, А.М. Муращенко; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 14,7 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 104 с.
5. Автоматизація технологічних процесів і виробництв харчової промисловості: Підруч./ А.П. Ладанюк, В.Г. Трегуб, І.В. Ельперін, В.Д. Цюцюра. – К.: Аграрна освіта, 2001. – 224 с.
6. Пупена О.М., Ельперін І.В. Програмування промислових контролерів у середовищі UNITY PRO: Навчальний посібник.- К.: Видавництво Ліра-К, 2013.- 376 с.

Додаткові інформаційні ресурси

1. Губарев О.П., Аверін В.З., Левченко О.В. «Програмовані контролери в системах керування гідропневмоавтоматики» (частина 2) Методичні вказівки до лабораторних робіт, для студентів спеціальності "Гідравлічні і пневматичні машини", «Прикладна механіка».- Київ: НТУУ«КПІ».- Вид. Біла Церква: "БК Нафтохім-Аваль".- 2006.- 52с.
2. Губарев О.П., Левченко О.В. Методичні вказівки до лабораторних робіт з курсу «Програмовані контролери в системах керування гідропневмоавтоматики» (частина 1) студентам, що навчаються за фахом "Гідравлічні і пневматичні машини".- Київ, НТУУ "КПІ", 2005.- 48 с.
3. Черкашенко М.В. Автоматизація проектування систем гідро- і пневмоприводів з дискретним управлінням: Навч.посібник.-2-е вид., перероб.-Харків: НТУ"ХПІ", 2001.- 182с.
4. Didactic systems: Fluidprax, Hydraulik, Elektrik/Elektronik.-Bosch Rexroth AG.- ErbachOdenwald.-2002.-128 S.
5. Ebel F., von Terzi M. Festo Didactic. Mechatronics.: Festo Didactic GmbH&Co., D73770 Denkendorf, 2000.- 108 S.
6. Mechatronika/ pod kier. Dietmara Schmida.- Polish edition REA, Warshawa.- 2002.- 384p.
7. Малахов В. П.; Яковлев Д. П. Периферійні пристрої : Навчальний посібник / Малахов В.П., Яковлев Д.П. // Одеса : Наука і техніка, 2006., 220с.

Рекомендації та роз'яснення:

- Всі базові літературні джерела є в бібліотеці КПІ та в методичному кабінеті кафедри;
- Жодне джерело, як і всі джерела разом, не є достатнім для опанування дисципліни без виконання комплексу завдань до лабораторних робіт, самостійного розв'язання типових задач розробки схем та конструкцій і виконання індивідуальних завдань.

Навчальний контент**5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)****ЛЕКЦІЙНІ ЗАНЯТТЯ**

	<i>Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)</i>
1.	<i>Особливості модульної будови та складу багатопровідних мехатронних систем виробничого призначення з гідропневматичними електричними та іншими засобами дискретної дії. Література: 1, 2, 3, дод. 3, 5</i>
2.	<i>Засоби формального зображення багатоелементних послідовних систем дискретної дії: таблиці стану та переходів; тактові діаграми, часові діаграми, циклограми; функціональні графи. Література: 2, 3, 4, 5, дод. 2,4,5.</i>
3.	<i>Продуктивний підхід до визначення структури виробничого процесу та його розподілу на складові. Література: 1,2,3,4, дод. 4, 6, .</i>
4.	<i>Елементна база структурного синтезу мехатронних систем за модульним принципом. Література: 4, 6, дод. 2, 4, 5,6 + [каталоги виробників].</i>
5.	<i>Побудова системи управління об'єктом та окремим модулем на базі вільнопрограмованих контролерів та апаратних засобів контролю і керування Література: 1 ,3, 4 дод. 1, 2,.</i>
6.	<i>Особливості модульної будови структури систем з мультипроцесною та конвеєрною програмою дії. Література: 1,3, 4, дод. 1,2,3.</i>
7.	<i>Відповідність алгоритмів функціонування виробничих систем та алгоритмів керування мультипроцесною програмою дії. Література: 1,3,4, дод. 1,2</i>
8.	<i>Алгоритм керуючої програми модульної станції з кроковою структурою програми керування</i>

	Література: 1,3,4, дод. 1,2
9.	Алгоритм керуючої програми модульної станції з псевдомультипроцесною програмою керування. Література: 1,3,4, дод. 1,2
10.	Алгоритм керуючої програми модульної станції з використанням підпрограм для забезпечення керуваності паралельних дій Література: 1,3,4, дод. 1,2
11.	Безпека і надійність багатомодульних систем Література: 4,5,6, дод. 3,6
12.	Інтерфейси і протоколи підключення модульних систем Література: 1, 3, 4, 5,6 дод. 7
13.	Режими пуско-налагоджувальних робіт. Вмикання та вимикання системи, одиничний та тривалий цикл, режим «Пауза», особливості використання режимів в окремому модулі та в модульній системі. Режим аварійної зупинки, режими ручного та напівавтоматичного керування Література: 1, 3, дод. 1,2,3,
14.	Поєднання експлуатаційних та сервісних режимів в алгоритмі керування з кроковою структурою та використанням підпрограм. Література: 2, 3, 4, 5, дод. 2,4,5.
15.	Поєднання експлуатаційних та сервісних режимів в мультипроцесному алгоритмі керування з використанням підпрограм. Література: 2, 3, 4, 5, дод. 2,4,5.

ЛАБОРАТОРНІ ЗАНЯТТЯ

	Тема лабораторної роботи	Кількість ауд. годин
1.	Лабораторна робота №1 Модульна станція подачі заготовок	2
2.	Лабораторна робота №2 Модульна станція тестування заготовок (перевірки висоти)	2
3.	Лабораторна робота №3 Модульна станція механічної обробки заготовок	2
4.	Лабораторна робота №4 Модульна станція для розподілення заготовок	2
5.	Лабораторна робота №5 Модульна станція для сортування деталей	4
6.	Лабораторна робота №6 Алгоритм керування багаторежимної системи	4
7.	Всього:	16

ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ

№	Тема практичної роботи	Кількість ауд. годин
1	Практична робота 1. Аналіз модульної будови багатоприводних мехатронних систем	2
2	Практична робота 2. Формалізація послідовних систем дискретної дії	4
3	Практична робота 3. Синтез структурних схем мехатронних систем за модульним принципом	4
4	Практична робота 4. Реалізація алгоритмів керування модульною станцією на ПЛК	4
	Всього:	14

6. Самостійна робота студента

150 – 30 – 30 = 90.

№ з/п	Вид самостійної роботи	Кількість годин СРС
7.	Підготовка до лекцій	16
8.	Підготовка до практичних занять	18
9.	Підготовка до лабораторних занять	22
10.	Виконання РГР Не передбачено	-
11.	Виконання ДКР Не передбачено	-
12.	Виконання МКР	4
13.	Підготовка до заліку Не передбачено	-
14.	Підготовка до екзамену	30
	Всього:	90

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Система вимог, які викладач ставить перед студентом:

- правила відвідування занять: відповідно до Наказу 1-273 від 14.09.2020 р. заборонено оцінювати присутність або відсутність здобувача на аудиторному занятті, в тому числі нараховувати заохочувальні або штрафні бали. Відповідно до РСО даної дисципліни бали нараховують за відповідні види навчальної активності на лекційних заняттях та лабораторних заняттях, а також за виконання МКР.

- правила поведінки на заняттях: студент має можливість отримувати бали за відповідні види навчальної активності на лекційних та лабораторних заняттях, передбачені РСО дисципліни;

- використання засобів пошуку інформації на Google-сторінці викладача, в інтернеті;

- правила призначення заохочувальних та штрафних балів: заохочувальні та штрафні бали не входять до основної шкали РСО, а їх сума не перевищує 10% стартової шкали;

- політика щодо академічної доброчесності встановлює загальні моральні принципи, правила етичної поведінки осіб та передбачає політику академічної доброчесності для осіб, що працюють і навчаються, якими вони мають керуватись у своїй діяльності, в тому числі при вивченні та складанні контрольних заходів з дисципліни;

- при використанні цифрових засобів зв'язку з викладачем (мобільний зв'язок, електронна пошта, переписка на форумах та у соц. мережах тощо) необхідно дотримуватись загальноприйнятих етичних норм, зокрема бути ввічливим та обмежувати спілкування робочим часом викладача.

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

Поточний контроль: практичні/лабораторні заняття, МКР.

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

Семестровий контроль: екзамен

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/лабораторних занять (5 лабораторних стендів);
- виконання модульної контрольної роботи (МКР).

Робота на лабораторних/практичних заняттях (максимум 42 бали):

- захищена робота – 4,2 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 – 6 балів;
- роботу не зараховано (не виконано або є грубі помилки) – 0 балів.

За несвоєчасне виконання МКР – 1 штрафний бал за кожний тиждень запізнення (всього не більше 5 балів).

Якщо студент виконав умови РСО щодо допуску до семестрового контролю, то він виконує екзаменаційну контрольну роботу.

На екзамені студенти виконують письмову контрольну роботу, яка складається з одного практичного завдання та двох теоретичних питань.

Критерії екзаменаційного оцінювання:

- вичерпні відповіді на всі питання білету, а також на додаткові питання, практична задача вирішена у відповідності до завдання, чітке визначення всіх понять, величин: 50 балів;
- в деяких відповідях мають місце певні неточності: 40-45 балів;
- допускаються окремі помилки, але їх можливо виправити за допомогою додаткових питань викладача, має місце знання основних понять і величин, розуміння суті процесів дискретно-логічного керування: 30-35 балів;
- припускаються суттєві помилки у відповідях або відсутня відповідь на одне з питань екзаменаційної роботи: 10-15 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.

$R_c = 42 \text{ ПР/ЛР} + 8 \text{ МКР} = 50$ 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.

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

Необхідною умовою допуску до екзамену є виконання 100% поточних лабораторних та практичних робіт, передбачених програмою, а також стартовий рейтинг R_c не менше 50% від R_c . Тобто, не менш $R_c = 0,5 \times 50 = 25$ 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)

- **Приклад питань екзаменаційної роботи**

1. Як програмно реалізується утримання кнопки протягом деякого часу?
2. Яка функція компаратора в станції?

3. *Розробити алгоритм керування модульною станцією №2 та забезпечити сервісний режим «Пауза» при роботі станції.*

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус): Модульні промислові системи

Складено:

професором кафедри ПГМ, доктором технічних наук, професором Губаревим Олександром Павловичем

доцентом кафедри ПГМ, кандидатом технічних наук, Беліковим Костянтином Олександровичем

Ухвалено кафедрою ПГМ (протокол № 14 від 15.05.2026)

Погоджено Методичною комісією інституту (протокол № _____ від _____ 2026 року).



ПРОЕКТУВАННЯ МЕХАТРОННИХ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни	
Рівень вищої освіти	<i>Другий (магістерський)</i>
Галузь знань	G Механічна інженерія
Спеціальність	G9 Прикладна механіка
Освітня програма	<i>Автоматизовані та роботизовані механічні системи</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>1 курс, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>5 кредитів ЄКТС (150 годин)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Екзамен/ Лабораторні роботи, практичні заняття, МКР</i>
Розклад занять	<i>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/</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
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 магістра 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, електроннемагнітних та електрогідравлічних приводів з управлінням від контролеру 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 контролеру 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, гідропневмоавтоматики, 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 методуку 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 приводам різної фізичної природи.
11. Розроблення принципових 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 робо технічні системи в машинобудуванні ”/О.В. Узунов; КПП ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 426.78 Кбайт). – Київ : КПП 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 напрямку 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-programmirovaniya-dlya-arduino-programmirovaniya-arduino-s/>
7. Tinkercad Arduino – симулятор ардуіно
<https://arduinomaster.ru/program/simulyator-arduino-tinkercad-circuits/>
- Додаткові інформаційні ресурси
8. Назаренко І.І., Бернік І.М. Основи проектування і конструювання машин та обладнання виробництва. 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.
12. Ertas, Atila. The engineering design process/Atila Ertas, Jesse C. Jones //John Wiley& Sons, Inc. 1993. -515p.
13. Узунов, О. Деталізація уявлення про процес проектування об'єктів гідроавтоматики / О. В. Узунов // *Mechanics and Advanced Technologies*. – 2023. – No. 2. – С. 172-178.
<https://ela.kpi.ua/handle/123456789/62269>

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.	<i>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]</i>
4.	<i>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]</i>
5.	<i>Проектування будови та складових частин мехатронних систем з інтелектуальними властивостями. Узагальнена структура мехатронної системи. Література:[1,2]-розд.5</i>
6.	<i>Інформаційна, керуюча, виконавча та енергетична частини системи. Основні функціональні властивості мехатронних інтелектуальних систем. Деталізація складових блоків узагальненої структури мехатронної системи. Література:[3]</i>
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 контролера. 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, роботів 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 двократної 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 двократної дії з електронним керуванням, її макетування для перевірки виконання запланованих функцій.</i>	2
7.	<i>Розробка принципової схеми модулю електропневматичного приводу однократної та двократної 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 двократної дії з електронним керуванням, її макетування для перевірки виконання запланованих функцій.</i>	2
2	<i>Лабораторна робота 2. Розробка принципової схеми модулю електричного приводу двократної 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 двократної дії з дискретним керуванням від контролера, розробка алгоритму та програми</i>	2

	<i>роботи приводу, макетування системи для перевірки виконання запланованих функцій.</i>	
4	<i>Лабораторна робота 4. Розробка принципової схеми модулю електричного крокового приводу двотактної дії з дискретним керуванням від контролера, розробка алгоритму та програми роботи приводу, макетування системи для перевірки виконання запланованих функцій.</i>	2
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 контролера, 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 контролера, 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
15.	<i>Підготовка до аудиторних занять</i>	56
16.	<i>Виконання РГР Не передбачено</i>	-
17.	<i>Виконання ДКР Не передбачено</i>	-
18.	<i>Виконання МКР</i>	4
19.	<i>Підготовка до заліку Не передбачено</i>	-
20.	<i>Підготовка до екзамену</i>	30
	<i>Всього:</i>	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;
- дотримуватись академічної доброчесності.

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

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:

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

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 менш $R_c = 0,5 \times 50 = 25$ 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 № 14 від 15.05.2026)

Погоджено Методичною комісією інституту (протокол № _____ від _____ 2026 року).

БАГАТОФУНКЦІОНАЛЬНІ МЕХАТРОННІ СИСТЕМИ В ЕНЕРГОЄМНИХ ПРОЦЕСАХ (БМС в ЕП)

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Другий (магістерський)</i>
Галузь знань	<i>G Механічна інженерія</i>
Спеціальність	<i>G9 Прикладна механіка</i>
Освітня програма	<i>Автоматизовані та роботизовані механічні системи</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>1 курс, викладається в одному семестрі (весняний)</i>
Обсяг дисципліни	<i>4 кредити ЄКТС</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік/практичні заняття/ МКР</i>
Розклад занять	<i>Лекції - 30 год., практичні заняття - 14 год., СРС - 76 год. (2 години лекції та 1 година прак.з. на тиждень) https://schedule.kpi.ua/</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: к.т.н, доцент Мураценко Альона Миколаївна, a_kirya@i.ua, Д.т.н., проф. Губарев Олександр Павлович, доктор філософії Синицина Є.Ю.</i>
Розміщення курсу	<i>https://pgm.kpi.ua/silabus/</i>

Програма навчальної дисципліни

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

Програма навчальної дисципліни «Багатофункціональні мехатронні системи в енергоємних процесах» (далі БМС в ЕП) складена відповідно до освітньо-професійної/наукової програми підготовки магістра з галузі знань G «Механічна інженерія» за спеціальністю G9 «Прикладна механіка».

Метою навчальної дисципліни є вивчення будови та складу багатофункціональних мехатронних систем в енергоємних процесах виробничого призначення. Принципи створення сучасного багатофункціонального обладнання для реалізації виробництва на основі механотроніки..

Предметом навчальної дисципліни є: Інтелектуальні мехатронні модулі для потреб машинобудування (такі як для верстатів з числовим програмним керуванням та промислових роботів) .

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, гідропневмоавтоматики, 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: Сучасні підходи, засоби і технічні рішення для побудови багатофункціональних мехатронних систем в енергоємних процесах із використанням засобів пневмоавтоматики, гідроавтоматики, електричних, гідравлічних і пневматичних агрегатів.

⇒ **Уміння:** Підбирати необхідні засоби контролю і керування (приводи, датчики тощо) Проводити модернізацію та реінжиніринг існуючих мехатронних систем, а також оптимізацію режимів роботи і елементного складу

Досвід: проектувати та розраховувати. Підбирати обладнання для систем в залежності від технічних вимог.

1. Пререквізити та постреквізити дисципліни

Необхідне попереднє успішне оволодіння знаннями та уміннями, набутими при вивченні дисциплін «Машинобудівна гідравліка», «Механіка рідини і газу», «Логічний синтез алгоритмів керування», Буде корисим для магістерської роботи.

2. Зміст навчальної дисципліни

1. Характеристики систем керування.
2. Багатофункціональні мехатронні системи.
3. Інтегровані системи.
4. Розподілені системи керування в порівнянні з інтегрованими.
5. Застосовування ізодромного регулятора.
6. Загальна класифікація систем керування.
7. Статичні та астатичні системи керування.
8. Типи приводів що використовуються в мехатроніці та їх порівняльні характеристики.
9. Узагальнена схема мехатронної системи керування. Метод аналізу і синтезу.
10. Системи автоматичного регулювання товщини полоси (САРТ).
11. Процес стабілізації товщини полоси в клітці по методу Сімса-Головіна.
12. Методи побудови інтегрованих мехатронних модулів і систем.

3. Навчальні матеріали та ресурси

Основні інформаційні 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 мехатроніка. Вінниця: ВНТУ, 2020. – 712с. id: 1683

2. Ловейкін В.С., Ромасевич Ю.О., Човнюк Ю.В. Мехатроніка. Навчальний посібник. – К., 2012. – 357с.

https://elprivod.nmu.org.ua/files/mehatronics/1loveikin_v_s_romasevich_yu_o_chovnyuk_yu_v_mekhatronika.pdf

3. Сучасні електромехатронні комплекси і системи : навч. посібник / Т. П. Павленко, В. М. Шавкун, О. С. Козлова, Н. П. Лукашова ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2019. – 116 с. http://eprints.kname.edu.ua/55311/1/2019%20%D0%BF%D0%B5%D1%87.%20%2047%D0%9D%20%D0%9F%D0%BE%D1%81.%20%D0%A1%D0%95%D0%9C%D0%A1_%28%D0%9A%D0%BE%D0%B7%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D0%B0%29_03.10.pdf

4. Klaus Janschek *Mechatronic Systems Design: Methods, Models, Concepts* / Springer Science & Business Media, 2011. https://books.google.com.ua/books?id=mIxKw9kfJgC&printsec=frontcover&hl=uk&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false .

5. Функціональні модулі систем мехатроніки з пневматичними, електромеханічними та гідравлічними виконавчими пристроями [Електронний ресурс] : навчальний посібник для студентів спеціальностей 131 «Прикладна механіка», 133 «Галузеве машинобудування» та освітньої програми «Автоматизовані і роботизовані механічні системи» / О. П. Губарев, О. С. Ганпанцурова, К. О. Беліков, А. М. Муращенко ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 2,35 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 104 с.

Додаткові інформаційні ресурси

6. Waldemar Wójcik, Sergii Pavlov, Maksat Kalimoldayev. Mechatronic Systems 1: Applications in Transport, Logistics, Diagnostics, and Control (CRC Press), 2021. <https://www.routledge.com/Mechatronic-Systems-1-Applications-in-Transport-Logistics-Diagnostics-and-Control/Wojcik-Pavlov-Kalimoldayev/p/book/9781032123356>

7 *The Mechatronics Handbook. Editor-in-Chief Robert H. Bishop. CRC Press, 2002. – 1229 p.*

8. *Mechatronics : an introduction / edited by Robert H. Bishop. CRC Press, 2006. – 285 p.*

9. Циклічно-модульний підхід в задачах структурного і логічного синтезу систем мехатроніки [Електронний ресурс] : монографія / Губарев О. П., Ганпанцурова О. С., Беліков К. О., Левченко О. В., Муращенко А. М., Синицина Є. Ю. ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 15,14 Мбайта). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2026. – 547 с.

10. <https://helpiks.org/2-71363.html>

рекомендації та роз'яснення:

- *Всі базові літературні джерела є в бібліотеці КПІ 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 моделювання і дослідження об'єктів мехатроніки;*

Навчальний контент

4. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

ЛЕКЦІЙНІ ЗАНЯТТЯ

	<i>Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)</i>
1.	<i>Вступ. Предмет курсу. Призначення і середовище застосування механотроніки. Багатофункціональні мехатронні системи Література: [1-5] с.9-13., дод.: [6, 8, 10]</i>
2.	<i>Характеристики систем керування. Література: [1], дод.: [9]</i>
3.	<i>Узагальнена схема мехатронної системи керування. Метод аналізу і синтезу. Література: [1,2], дод.: [6, 8, 10]</i>
4.	<i>Типи приводів що використовуються в механотроніці та їх порівняльні характеристики. Література: [1, 5] с.55-125, дод.: [6, 8, 10]</i>
5.	<i>Загальна класифікація систем керування. Література: [1-5] с. 16-30, дод.: [6, 8, 10]</i>
6.	<i>Статичні та астатичні системи керування. Література: [1], дод.: [6, 8, 10]</i>
7.	<i>Інтегровані системи. Література: [1-5] с.26, с.70, дод.: [6, 8, 10]</i>
8.	<i>Розподілені системи керування в порівнянні з інтегрованими. Література: [5] 26-70, дод.: [6, 8, 10]</i>
9.	<i>Методи побудови інтегрованих мехатронних модулів і систем. Література: [1-5], дод.: [6, 8, 10]</i>
10.	<i>Ізодромний регулятор. Застосування ізодромного регулятора. Література: [1-5], дод.: [11]</i>

11.	Системи автоматичного регулювання товщини полоси (САРТ). Література: [1], дод.
12.	Процес стабілізації товщини полоси в клітці по методу Сімса-Головіна. Графік. Література: [1]

ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ

	Тема практичного заняття	Кількість годин
1.	Розгляд різновидів характеристики систем керування. Приклади використання.	2
2.	Типи приводів що використовуються в механотроніці та їх порівняльні характеристики. Розробка схеми приводу за наведеними прикладами.	2
3.	Розподілені системи керування в порівнянні з інтегрованими. Складання системи багатофункціонального маніпулятора гідравлічного в програмному забезпеченні.	2
4.	Алгоритм керування системою на прикладі КПМ-148. Створення системи роботи для різних режимів. Побудова гідравлічної системи.	2
5.	Алгоритм керування системою на прикладі КПМ-148. Створення системи роботи для різних режимів. Побудова електрорелейної системи. Створення системи роботи для різних режимів КПМ-148. Написання програми керування.	2
6.	Створення автоматизації керування системи на прикладі кар'єрного виробництва. Таблиця складових елементів.	2
7.	Створення автоматизації керування системи на прикладі кар'єрного виробництва. Схема електрична. Таблиця складових елементів.	2

5. Самостійна робота студента

№ з/п	Вид самостійної роботи	Кількість годин СРС
21.	<i>Підготовка до аудиторних занять</i>	66
22.	<i>Виконання РГР Не передбачено</i>	-
23.	<i>Виконання ДКР Не передбачено</i>	-
24.	<i>Виконання МКР</i>	4
25.	<i>Підготовка до заліку</i>	6
	<i>Всього:</i>	76

Політика та контроль

6. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Перед студентом ставляться наступні вимоги:

Відвідування занять

- *Правила відвідування занять регламентується: «Положення про організацію освітнього процесу в КПІ ім. Ігоря Сікорського» <https://osvita.kpi.ua/node/39>; «Положення про систему внутрішнього забезпечення якості вищої освіти в КПІ ім. Ігоря Сікорського» <https://osvita.kpi.ua/node/121>.*
- *Правила поведінки на заняттях (активність, підготовка коротких доповідей чи текстів, відключення телефонів, використання засобів зв'язку для пошуку інформації на гугл-диску викладача чи в Інтернеті тощо) регламентується «Положення про організацію освітнього процесу в КПІ ім. Ігоря Сікорського» <https://osvita.kpi.ua/node/39>.*

Правила захисту модульних контрольних робіт:

- виконання та захист модульної контрольної роботи проходить на практичному занятті;
- використання засобів пошуку інформації на Google-сторінці викладача, в інтернеті;
- правила призначення заохочувальних та штрафних балів: заохочувальні та штрафні бали не входять до основної шкали РСО, а їх сума не перевищує 10% стартової шкали;
- політика щодо академічної доброчесності встановлює загальні моральні принципи, правила етичної поведінки осіб та передбачає політику академічної доброчесності для осіб, що працюють і навчаються, якими вони мають керуватись у своїй діяльності, в тому числі при вивченні та складанні контрольних заходів з дисципліни;
- при використанні цифрових засобів зв'язку з викладачем (мобільний зв'язок, електронна пошта, переписка на форумах та у соц. мережах тощо) необхідно дотримуватись загальноприйнятих етичних норм, зокрема бути ввічливим та обмежувати спілкування робочим часом викладача.

7. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (РСО)

Поточний контроль: практичні заняття, МКР.

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

Семестровий контроль: залік.

Умови допуску до семестрового контролю: мінімальний семестровий рейтинг більше половини стартової шкали..

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

Рейтинг студента розраховується виходячи із 100-бальної шкали, (протягом семестру) складається з балів, які студент отримує за:

- відповіді під час практичних занять (14 занять);
- виконання модульної контрольної роботи (МКР)
- Експрес-опитування.

Відповіді на заліку оцінюються в 100 балів.

Робота на практичних заняттях (максимум 56 бали):

- захищена робота – 8 балів;
- активна творча робота – 6 балів;
- плідна робота – 3 бали;
- пасивна робота – 0 балів.

Виконання МКР:

- творчо виконана робота – 34 бали;
- роботу виконано з незначними недоліками – 30 балів;
- роботу виконано з певними помилками – 20 балів;
- роботу не зараховано (не виконано або є грубі помилки) – 0 балів.

Штрафні та заохочувальні бали:

За правильні відповіді під час експрес-опитувань – максимум 10 балів.

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

Студент отримує позитивну залікову оцінку без додаткових випробувань («автоматом») за результатами роботи в семестрі, якщо має підсумковий рейтинг за семестр не менше 60 балів.

Якщо студент виконав умови РСО щодо допуску до семестрового контролю, але має підсумковий рейтинг менше 60 балів та хоче підвищити поточну оцінку, виконує додаткову контрольну роботу.

На заліку студенти виконують письмову контрольну роботу за трьома запитаннями та розв'язують практичне завдання. Кожне завдання містить запитання з різних тематичних розділів.

Критерії залікового оцінювання:

- вичерпні відповіді на всі питання білету, вичерпний розв'язок практичного завдання, а також відповіді на додаткові питання: 96-100 балів;
- вичерпні відповіді на всі питання білету, вичерпний розв'язок практичного завдання, не повні відповіді на додаткові питання: 85-94 балів;
- принципові відповіді на всі питання білету, вичерпний розв'язок практичного завдання, не повні відповіді на додаткові питання: 80-84 бали;
- в деяких відповідях мають місце певні неточності: 71-79 балів;
- допускаються окремі помилки, але їх можливо виправити: 66-70 бали;
- помилки у відповідях або відсутня відповідь на одне з питань залікової роботи: 60-65 балів;
- припускаються суттєві помилки у відповідях або відсутня відповідь на одне з питань: робота не зарахована.

Розрахунок шкали рейтингу з дисципліни (ra):

Рейтингова оцінка (RD) з кредитного модуля, семестрова атестація з якого передбачена у вигляді заліку, формується як сума всіх рейтингових балів, а також заохочувальних та штрафних балів:

$$RD =$$

$$Rc = 66\text{пр.лаб.оп.} + 34\text{МКР} = 100 \text{ балів.}$$

Таблиця 2 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

Студенти, які виконали всі умови допуску до семестрової атестації (не мають заборгованостей з практичних робіт) та набрали протягом семестру необхідну кількість балів ($RD \geq 60$), отримують залікову оцінку (залік) так званим «автоматом» відповідно до набраного рейтингу (табл. 2). У такому разі до заліково-екзаменаційної відомості вносяться бали RD та відповідні оцінки.

Студенти, які набрали протягом семестру менше ніж 60 балів та не мають заборгованостей, зобов'язані виконувати залікову контрольну.

З метою підвищення мотивації студентів до систематичної навчальної роботи в РСО може бути передбачено «поріг» (мінімальна кількість балів) допуску студентів до залікової контрольної роботи.

8. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

• Приклад питань залікової білетки

1. Характеристики систем керування. Як їх одержати теоретично і практично, як їх застосувати на прикладі практичної задачі?

2. Багатофункціональні мехатронні системи, особливості функціонування, зв'язок із структурою системи керування.
3. Розподілені системи керування, властивості у порівнянні з інтегрованими, недоліки, переваги, рекомендації до використання.

- **Рекомендована тематика МКР**

Загальна класифікація систем керування.

Статичні та астатичні системи керування.

Керування гідроприводом великої потужності.

Місцевий та загальний зворотній зв'язок.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус): Багатофункціональні мехатронні системи в енергоємних процесах

Складено:

Доцентом кафедри ПГМ, к.т.н. Муращенко Альоною Миколаївною,

професором, д.т.н. Губаревим Олександром Павловичем

доктором філософії Синициною Є.Ю.

Ухвалено кафедрою ПГМ (протокол № 14 від 15.05.2026)

Погоджено Методичною комісією інституту (протокол № _____ від _____ 2026 року).



ОСОБЛИВОСТІ ПРОЄКТУВАННЯ АВТОМАТИЗОВАНИХ МЕХАНІЧНИХ СИСТЕМ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Другий (магістерський)
Галузь знань	G Інженерія, виробництво та будівництво
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	4 кредити ЄКТС
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Залік, практичні роботи, МКР
Розклад занять	Лекції 30 годин, практичні 14 годин (2 години лекції та 1 година прак.р. на тиждень), СРС 76 годин, http://rozklad.kpi.ua/Schedules/
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: к.т.н, доц., Костюк Дмитро Вікторович, kostiukdv@ukr.net Практичні: к.т.н, доц., Костюк Дмитро Вікторович, kostiukdv@ukr.net
Розміщення курсу	https://pgm.kpi.ua/silabus/

Програма навчальної дисципліни

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

Програма навчальної дисципліни «**Особливості проектування автоматизованих механічних систем**» (далі **ОПАМС**) складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки магістра з галузі знань G «Інженерія, виробництво та будівництво» за спеціальністю G9 «Прикладна механіка».

Метою навчальної дисципліни є формування у студентів здатностей: - розв'язувати практичні задачі проектування автоматизованих механічних систем, - виконувати модернізацію та реінжиніринг автоматизованих механічних систем на основі новітніх розробок та підходів до створення автоматизованих об'єктів гідроневмоавтоматики і мехатроніки зі складними алгоритмами експлуатації.

Предметом навчальної дисципліни є: принципи проектування автоматизованих механічних систем з використанням гідро- та пневмоприводів, автоматизація технічних об'єктів засобами гідроневмоприводу та механотронних засобів керування, складання та налагодження прототипів систем керування, модернізація систем керування. Ці питання в даному курсі розглядаються комплексно з урахуванням сучасних вимог до знань з технічних, технологічних і економічних аспектів машинобудівної галузі.

Програмні результати навчання:

Компетенції, що посилюються вибірковою дисципліною: Здатність виявляти, ставити та вирішувати інженерно-технічні та науково-прикладні проблеми. Здатність розробляти проекти та управляти ними. Здатність використовувати базові уявлення про різноманітність технічних рішень та функцій механічних, електромеханічних, гідравлічних та пневматичних виконавчих пристроїв, пристроїв контролю і керування, що входять до складу автоматизованих і роботизованих механічних систем з адаптивними алгоритмами функціонування і керування. Здатність використовувати сучасні методології і інструментальні засоби конструювання і проектування автоматизованих і роботизованих механічних систем з механічними, гідравлічними і пневматичними компонентами із забезпеченням певних функціональних можливостей. Зрозуміло і недвозначно презентувати результати досліджень та проектів, доносити власні висновки, аргументи та пояснювати державною та іноземною мовами усно і письмово колегам, здобувачам освіти та представникам інших професійних груп різного рівня. Підвищувати ступінь та якість автоматизації існуючих об'єктів шляхом модернізації та реінжинірингу систем гідроневмоавтоматики, оптимізації

режимів роботи і складу, використання інноваційних технічних рішень і підходів на засадах мехатроніки, робототехніки, штучного інтелекту, у тому числі за платформою INDUSTRY 4.0.

Знання: знати основні підходи до проектування автоматизованих механічних систем; методи синтезу, технічні засоби проектування, конструювання та аналізу автоматизованих механічних систем.

Уміння: застосовувати методика та методи проектування автоматизованих механічних систем відповідно до вимог та особливостей машинобудівної галузі; використовувати спеціальні методи при створенні пневматичних та гідравлічних систем керування в задачах автоматизації об'єктів машинобудування.

Досвід: вибирати та застосовувати раціональні методи та технічні засоби для вирішення конкретних задач автоматизованих механічних систем в машинобудуванні; проводити оцінку ефективності систем керування автоматизованих механічних систем; обирати раціональні технічні засоби відповідно до конкретних практичних задач; складати, налагоджувати, корегувати системи керування промислових машин з пневматичними, електричними і гідравлічними пристроями.

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни

Необхідне попереднє успішне оволодіння знаннями та уміннями, набутими при вивченні дисциплін «*Основи математичного моделювання та проектування фізично різнорідних систем*»/«*Основи математичного моделювання та проектування гідро та пневмосистем*», «*Об'ємний гідропривод*», «*Машинобудівна гідравліка*», «*Деталі машин*», «*Основи конструювання і проектування*», «*Комп'ютерне проектування модулів мехатроніки і робототехніки*». Результати вивчення дисципліни «*Особливості проектування автоматизованих механічних систем*» є корисними для подальшого вивчення: ПО 6 «*Особливості проектування автоматизованих механічних систем. Курсовий проект*», ПО 9 «*Практика*», ПО 10 «*Робота над магістерською дисертацією*».

3. Зміст навчальної дисципліни

1. Поняття проектування, об'єкти і системи керування
2. Модель життєвого циклу процесу розроблення систем
3. Принципи проектування з гори до низу
4. Принципи проектування з низу до гори
5. Напрямки застосування автоматизованих механічних систем.
6. Загальні відомості про склад та призначення автоматизованих механічних систем.
7. Побудова математичних моделей та чисельне моделювання механічних систем.
8. Тестування та валідація систем і алгоритм виконання досліджень.
9. Оброблення, представлення, аналіз та використання результатів дослідження мехатронних систем.

4. . Навчальні матеріали та ресурси

Основні інформаційні 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 мехатроніка*. Вінниця: ВНТУ, 2020. – 712с.

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 робо технічні 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. *Системи автоматизованого проектування: конспект лекцій [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології», спеціалізації «Комп'ютерно- інтегровані системи та технології в приладобудуванні» / КПІ ім. Ігоря Сікорського; автори: К.С. Барандич, О.О. Подолян, М.М. Гладський. – Електронні текстові дані (1 файл 3,05 Мбайт). – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 97 с.*

5. *Проектування систем автоматизації [Текст]: навч. посібник / М.С. Пушкар, С.М. Проценко – Д.: Національний гірничий університет, 2013. – 268 с.*

6. *Основи системної інженерії [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності 131 «Прикладна механіка» / Г. О. Кривов, С. Г. Кривова, К. О. Зворикін, О. Є. Зубаньов; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 17 Мбайт). – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 322 с.*

7. *Автоматизоване проектування складних об'єктів і систем: Конспект лекцій для студентів спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології». / Укладач: А.В. Люта. - Краматорськ: ДДМА, 2020. – 124 с.*

8. *Мірошник М.А. Системи автоматизації проектування пристроїв і систем автоматики. Основи систем автоматизації проектування: Конспект лекцій. – Харків: УкрДАЗТ, 2014. – 102 с.*

Додаткові інформаційні ресурси

1. *System dynamic: a unified approach/ Dean C. Karnopp, Donald L. Margolis, Ronald C. Rosenberg. - A WILEY-INTERSCIENCE PUBLICATION John Wiley & Sons Inc. 1990.- 514p.*

2. *VDI2206: Design methodology of mechatronical systems. Beuth. Berlin, 2004.*

3. *Nise, Norman S. Control Systems Engineering. John Wiley & Sons, Inc, 2015.*

4. *Dorf, Richard C., and Robert H. Bishop. Modern Control Systems. Pearson, 2022.*

5. *Hossain, Eklas. Matlab and Simulink Crash Course for Engineers. Springer International Publishing Springer, 2022.*

6. *Liu, Dahai. Systems Engineering: Design Principles and Models. CRC Press, 2016.*

7. *Designing with SOLIDWORKS 2024 Michael J. Rider SDC Publications 2024, 358 p.*

8. *Motion Simulation and Mechanism Design with SOLIDWORKS Motion 2024 Kuang-Hua Chang, Publications 2024, 224 p*

рекомендації та роз'яснення:

- *Всі базові літературні джерела є в бібліотеці КПІ ім. Ігоря Сікорського на інтернет ресурсах 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 і дослідження механічних систем;*

Навчальний контент

5. . Методика опанування навчальної дисципліни(освітнього компонента)

ЛЕКЦІЙНІ ЗАНЯТТЯ

	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
16.	Поняття проектування, об'єкти і системи керування
17.	Модель життєвого циклу процесу розроблення систем
18.	Принципи проектування з гори до низу, принципи проектування з низу до гори
19.	Напрямки застосування автоматизованих механічних систем.
20.	Загальні відомості про склад та призначення автоматизованих механічних систем.
21.	Побудова математичних моделей та чисельне моделювання механічних систем.
22.	Тестування та валідація систем і алгоритм виконання досліджень. Оброблення, представлення, аналіз та використання результатів дослідження мехатронних систем.
23.	Моделі в змінних стану, передатні функції
24.	Характеристики систем керування зі зворотнім зв'язком
25.	Якість систем керування зі зворотнім зв'язком
26.	Стійкість систем керування, вплив зворотного зв'язку на параметри системи
27.	Методи аналізу стійкості та синтезу систем
28.	Синтез систем керування зі зворотнім зв'язком
29.	Синтез систем керування зі зворотнім зв'язком по стану
30.	Цифрові та дискретні системи керування

ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ

Метою циклу практичних робіт з курсу «Особливості проектування автоматизованих механічних систем» є закріплення у студентів знань та формування навичок моделювання потоків рідини в елементах гідро- та пневмосистем систем за допомогою CAD/CAE пакетів, верифікації та аналізу отриманих результатів.

№ з/п	Назва практичної роботи (комп'ютерного практикуму)	Кількість ауд. годин
		14
1.	Практична робота 1. Ознайомлення з загальними принципами побудови та моделювання автоматизованих систем	2
2.	Практична робота 2. Побудова систем керування автоматизованими системами	2
3.	Практична робота 3. Вивчення перехідних процесів в автоматизованих електромеханічних системах на основі бібліотек Simscape	2
4.	Практична робота 4. Аналіз функціонування механічної системи та визначення раціональних параметрів в SimMechanics	2
5.	Практична робота 5. Аналіз характеристик автоматизованих систем з П, ПІ та ПІД регулятором, налаштування регулятора	2
6.	Практична робота 6. Побудова архітектури моделі системи та її оцінка згідно принципів системного підходу	2
7.	Практична робота 7. Розробка та аналіз функціонування автоматизованої системи	2

Лабораторні заняття не передбачені

6. Самостійна робота студента

120 – 30 – 14 = 76.

№ з/п	Вид самостійної роботи	Кількість годин СРС
	Підготовка до лекцій.	24
	Підготовка до практичних занять.	42
	Підготовка до лабораторних занять. Не передбачено	-
	Виконання РГР Не передбачено	-
	Виконання ДКР Не передбачено	-
	Виконання МКР	4
	Підготовка до заліку	6
	Підготовка до екзамену Не передбачено	-
	Всього:	76

Самостійна робота студентів передбачає підготовку до аудиторних занять, розрахунки за первинними даними, отриманими в ході виконання завдань практичних занять, оформлення та підготовка до захисту виконаних завдань, виконання домашніх завдань, отриманих на лекційних заняттях. Для самостійної роботи студентам відводиться 76 годин, в тому числі – 14 годин на виконання індивідуального завдання.

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 запізнь;
- 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: залік.

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

Для оцінювання результатів навчання застосовується 100-бальна рейтингова система і університетська шкала. Рейтинг студента розраховується виходячи із 100-бальної шкали (протягом семестру) і складається з балів, які студент отримує за:

- відповіді під час проведення експрес-опитувань на лекціях;
- відповіді під час практичних занять (7 занять);
- виконання модульної контрольної роботи (МКР).

Відповіді на заліку оцінюються у 40 балів.

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

За правильні відповіді під час експрес-опитувань – 1 бал за кожне заняття, але не більше 8 балів за семестр.

Робота на практичних заняттях (7 робіт, максимум 52 бали):

- захищена творча робота – 7,5 балів;
- захищена робота – 6 балів;
- виконана робота – 4 бали;
- пасивна робота – 0 балів.

Виконання МКР:

- творчо виконана робота – 8 балів;
- роботу виконано в повному обсягу – 7 балів;
- роботу виконано з незначними недоліками – 6 бали;
- роботу виконано з незначними помилками – 5 бали;
- роботу виконано з незначними помилками – 4 балів;
- роботу виконано з певними помилками – 3 балів;
- роботу не зараховано (не виконано або є грубі помилки) – 0 балів.

Штрафні та заохочувальні бали:

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

Студент отримує позитивну залікову оцінку без додаткових випробувань («автоматом») за результатами роботи в семестрі, якщо має підсумковий рейтинг за семестр не менше 60 балів та виконав умови допуску до семестрового контролю, які визначені PCO.

Якщо студент виконав умови PCO щодо допуску до семестрового контролю, але має підсумковий рейтинг менше 60 балів або хоче підвищити поточну оцінку, виконує залікову контрольну роботу.

На заліку студенти виконують письмову контрольну роботу. Кожне завдання містить три запитання з різних тематичних розділів.

Критерії залікового оцінювання:

- вичерпні відповіді на всі питання білету, а також на додаткові питання, чітке визначення всіх понять, величин: 39 ... 40 балів;
- в деяких відповідях мають місце певні неточності: 32-38 балів;

- допускаються окремі помилки, але їх можливо виправити за допомогою додаткових питань викладача, має місце знання основних понять і величин, розуміння суті процесів дискретно-логічного керування: 35-47 балів;
- припускаються суттєві помилки у відповідях або відсутня відповідь на одне з питань залікової роботи: 25-28 балів.

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

- в процесі опанування навчальної дисципліни використовуються комп'ютерні програмні засоби для моделювання типу Solidworks, CATIA, ANSYS, MATLAB Simulink.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено професор, к.т.н., доц., Костюк Дмитро Вікторович

Ухвалено кафедрою ПГМ (протокол № 14 від 15.05.2026)

Погоджено Методичною комісією інституту (протокол № _____ від _____ 2026 року).