

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 131 Прикладна механіка

Ухвалено Методичною радою
КПІ ім. Ігоря Сікорського
від __.__.20__ р., протокол № __

Введено в дію наказом
від __.__.20__ р., № __/__/20__

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

Ганпанцурова Оксана Сергіївна, доцент, кандидат технічних наук, доцент кафедри прикладної гідраеромеханіки і механотроніки

Затверджено на засіданні кафедри, протокол №15 від 20.04.2022 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	13 механічна інженерія
Спеціальність	131 Прикладна механіка
Освітня програма	Автоматизовані і роботизовані механічні системи
Факультет / Інститут	Науково-навчальний механіко-машинобудівний інститут
Кафедра	Прикладної гідроаеромеханіки і механотроніки
Обсяг сертифікатної програми	25 кредитів 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 http://osvita.kpi.ua/131-arms

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	5	залік	2
Моделювання та дослідження об'єктів мехатроніки	5	залік	2
Загальний обсяг кредитів ЄКТС	25		

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>Ганпанцурова Оксана Сергіївна, кандидат технічних наук, доцент, автор більш як 50 наукових праць, монографії та</p>
----------------------	---

	<p>декількох навчальних посібників, має авторські курси з модульних мехатронних систем</p> <p>Муращенко Альона Миколаївна, кандидат технічних наук, доцент, автор більш як 30 наукових праць та декількох 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
Курс	1, весняний семестр
Обсяг	5 кредитів ЄКТС (150 годин)
Мова викладання	Українська
Кафедра	Прикладної гідроаеромеханіки та мехатроніки
Викладачі	Губарев Олександр Павлович, Ганпанцурова Оксана Сергіївна, Беліков Костянтин Олександрович, Муращенко Альона Миколаївна
Вимоги до початку вивчення	Успішне оволодіння знаннями та вміннями, 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 вміннями (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.
Заняття	Лекції, лабораторні
Інформаційне забезпечення	Підручники, навчальні посібники, віртуальні лабораторні роботи, пакети прикладних фахових програм
Індивідуальні семестрові завдання	Розрахунково-графічна робота / Домашня контрольна робота /
Поточний контроль	Модульна контрольна робота, відповіді на експрес-опитуванні, виконання і захист результатів лабораторних робіт
Семестровий контроль	Екзамен (письмовий екзамен)

Освітній компонент 2 Ф-каталогу

Дисципліна	Модульні промислові системи
Курс	1, весняний семестр
Обсяг	5 кредитів ЄКТС (150 годин)
Мова викладання	Українська
Кафедра	Прикладної гідроаеромеханіки і механотроніки
Викладачі	Ганпанцурова Оксана Сергіївна, Беліков Костянтин Олександрович
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 роботи 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
Заняття	Лекції, лабораторні
Інформаційне забезпечення	Підручники, навчальні посібники, віртуальні лабораторні роботи, пакети групових лабораторних робіт, пакети фахових прикладних програм
Індивідуальні семестрові завдання	Домашня контрольна робота
Поточний контроль	Модульна контрольна робота / виконання і захист результатів лабораторних робіт, експрес-контролі тощо
Семестровий контроль	Екзамен (письмовий екзамен)

Освітній компонент 3 Ф-каталогу

Дисципліна	Проектування мехатронних інтелектуальних систем
Курс	1, весняний семестр
Обсяг	5 кредитів ЄКТС (150 годин)
Мова викладання	Українська
Кафедра	Прикладної гідроаеромеханіки і механотроніки
Викладачі	Узунов Олександр Васильович
Вимоги до початку вивчення	Успішне оволодіння знаннями та уміннями, набутими при вивченні дисциплін «Основи математичного моделювання та проектування фізично різномірних 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	<p>Аспекти людського та машинного інтелекту. Алгоритм проектування та принципи будови мехатронних інтелектуальних систем.</p> <p>Розробка кінематичних схем механічних частин автономних та стаціонарних об'єктів, проведення розрахунків для вибору приводів для забезпечення їх функціонування.</p> <p>Розробка функціональних та принципових схем електронних систем на основі контролерів для керування приводами механізмів різного призначення.</p> <p>Проведення розрахунків основних параметрів електронних систем керування та вибір компонентів. Побудова та налаштування електронних систем керування приводами механізмів з програмованими контролерами.</p> <p>Конструювання автоматично діючих об'єктів.</p> <p>Розробка комп'ютерних програм штучного інтелекту автоматичних об'єктів та дослідження їх функціональних властивостей.</p>
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)	<p>Розуміння алгоритму та основних принципів створення інтелектуальних машин та механізмів.</p> <p>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.</p>
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.
Заняття	Лекції, лабораторні, практичні
Інформаційне забезпечення	Підручники, навчальні посібники, віртуальні лабораторні роботи, пакети індивідуальних завдань, пакети фахових прикладних програм
Індивідуальні семестрові завдання	Розрахунково-графічна робота / Домашня контрольна робота (відповідно до робочого плану)
Поточний контроль	Модульна контрольна робота / виконання і захист результатів лабораторних робіт, експрес-контролі тощо
Семестровий контроль	Екзамен (письмовий екзамен)

Освітній компонент 4 Ф-каталогу

Дисципліна	Багатофункціональні мехатронні системи в енергоємних процесах
Курс	1, весняний семестр
Обсяг	5 кредитів ЄКТС (150 годин)
Мова викладання	Українська
Кафедра	Прикладної гідроаеромеханіки і мехатроніки
Викладачі	Муращенко Альона Миколаївна, Беліков Костянтин Олександрович
Вимоги до початку вивчення	Успішне оволодіння знаннями та вміннями, 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 мехатроніки. 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 вміннями (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
Заняття	Лекції, практичні, лабораторні
Інформаційне забезпечення	Підручники, навчальні посібники, віртуальні лабораторні роботи, пакети індивідуальних завдань
Індивідуальні семестрові завдання	Домашня контрольна робота
Поточний контроль	Модульна контрольна робота / виконання і захист результатів лабораторних робіт, експрес-контролі тощо
Семестровий контроль	залік (письмова залікова робота)

Освітній компонент 5 Ф-каталогу

Дисципліна	Моделювання та дослідження об'єктів мехатроніки
Рівень ВО	Другий (магістерський)
Курс	1, весняний семестр
Обсяг	5 кредитів ЄКТС (150 годин)
Мова викладання	Українська
Кафедра	Прикладної гідроаеромеханіки і мехатроніки
Викладачі	Узунов Олександр Васильович
Вимоги до початку вивчення	Успішне оволодіння знаннями та уміннями, набутими при вивченні дисциплін «Основи математичного моделювання та проектування фізично різномірних систем»/«Основи математичного моделювання та проектування гідро та пневмосистем», «Машинобудівна гідравліка», «Дискретні системи керування приводами», «Об'ємні гідро- і пневмомашини і гідروпередачі»
Що буде вивчатися	Типи моделей та їх призначення. Принципи математичного моделювання робочих процесів в об'єктах мехатроніки. Алгоритм взаємодії розробника з математичною моделлю в процесі досліджень. Розглядаються та практично відпрацьовуються методики: перетворення принципових схем об'єктів у їх розрахункові схеми; побудови математичних описів робочих процесів; побудови математичних моделей в комп'ютерному середовищі; верифікації моделей; дослідження та аналізу динамічних процесів в об'єктах.
Чому це цікаво/треба вивчати	З'являється можливість побачити і зрозуміти робочі процеси в об'єкті навіть не маючи його фізичного зразка. Якщо проектується новий об'єкт, то це в рази скорочує термін проектування. Якщо досліджується існуючий об'єкт, суттєво скорочується термін з'ясування причин проблем або визначення шляхів покращення його характеристик.
Чому можна навчитися (результати навчання)	Будувати математичні описи робочих процесів в простих та складних технічних об'єктах, перетворювати їх у комп'ютерні моделі, тестувати моделі, моделювати дію об'єктів та досліджувати їх властивості.
Як можна користуватися набутими знаннями і уміннями (компетентності)	Набуті знання та вміння використовують для розробки математичних моделей та моделювання процесів в об'єктах мехатроніки за допомогою сучасних комп'ютерних інструментальних засобів
Заняття	Лекції, практичні, лабораторні
Інформаційне забезпечення	Підручники, навчальні посібники, віртуальні лабораторні роботи, пакети індивідуальних завдань, пакети фахових прикладних програм
Індивідуальні семестрові завдання	Домашня контрольна робота
Поточний контроль	Модульна контрольна робота / виконання і захист результатів лабораторних робіт, експрес-контролі тощо
Семестровий контроль	Залік (письмова залікова контрольна робота)

3. Силабуси освітніх компонентів сертифікатної програми

Силабуси вибіркових дисциплін сертифікатної програми «мехатроніка смарт систем» ОПП магістра «Автоматизовані і роботизовні механічні системи» за спеціальністю 131 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>13 Механічна інженерія</i>
Спеціальність	<i>131 Прикладна механіка</i>
Освітня програма	<i>Автоматизовані та роботизовані механічні системи</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>очна(денна) /дистанційна/змішана</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, РГР</i>
Розклад занять	<i>Лекції 18 годин, лабораторні 54 годин (1 година лекції та 3 години лаб.р. на тиждень), СРС 78 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, Ганпанічурова Оксана Сергіївна, ganpanturova@ukr.net, к.т.н., ст. викладач, Беліков Костянтин Олександрович, belikivka@gmail.com, к.т.н., ст. викладач, Муращенко Альона Миколаївна, a_kirya@i.ua</i>
Розміщення курсу	<i>https://campus.kpi.ua/tutor/index.php?mode=mob&show&irid=185132 https://campus.kpi.ua/tutor/index.php?mode=mob&show&irid=187244</i>

Програма навчальної дисципліни

1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення 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 багатопровідних мехатронних систем, функції контролю, керування та виконання
2. Модульна будова багатоелементних послідовних систем дискретної дії: циклограми, крокові та діаграмні структури
3. Модульна будова багатоелементних систем дискретної дії: кінцеві автомати, ситуаційне керування, графи, сітки
4. Елементна база структурного синтезу мехатронних систем за модульним принципом.

5. Модуль-такт, пневматичні апаратні засоби побудови послідовної структури та їх інформаційний аналог (мови LD та STL).
6. Електрорелейні апаратні засоби побудови послідовної структури та їх інформаційний аналог (мови LD та STL)
7. Модуль-ланцюг, апаратні та алгоритмічні засоби побудови структури (мови LD та STL)
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. Мехатронні системи з мультипроцесною структурою керуванням
11. Циклічний модуль, структура модуля і системи, особливості логіки функціонування, причинно-наслідкова модель
12. Загальний алгоритм мультипроцесного керування, особливості опису циклічних модулів мехатронних систем
13. Структурний синтез систем 4-го класу (мультипроцесних)
14. Структурний синтез систем 5-го класу (альтернативних)
15. Циклічні макромодулі, логічна будова, умови використання)
16. Експлуатаційний та життєвий цикли, режими функціонування системи)
17. Загальний алгоритм керування багаторежимною модульною системою мехатроніки
18. 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. Ганпанічурова, 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.
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., Ганпанічурова 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. Введение в мехатронику / Под ред. О.М.Яхно.- К.: НТУУ«КПІ», 2008.- 528с.
2. Губарев А.П. Дискретно-логическое управление в системах гидропневмоавтоматики: Учебное пособие.- К.: ИСМО, 1997.- 224с.
3. Черкашенко М.В. Структурный синтез и анализ схем гидропневмоавтоматики.-Х.: НТУ «ХПИ», 2007.- 297 с.
4. Губарев А.П., Левченко О.В. Мехатроника: от структуры системы к алгоритму управления: Учеб. Пособие.- К.: НТУУ«КПІ», 2007.- 180с.

5. Губарев А.П. Причинно-следственная модель объектов гидропневмоавтоматики: особенности и свойства. - К.: НТУУ"КПИ", 1999.-107с.
 6. Губарев О.П., Узунов О.В. "Синтез дискретных систем управління". Методичні вказівки. - К.: НТУУ"КПИ", 1996.-47с.
 7. Деменков Н.П. Языки программирования промышленных контроллеров: Учебное пособие/Под ред. К.А. Пупкова.- М.: Изд-во МГТУ им. Н.С.Баумана.- 2004.- 172 с.
 8. Минаев И.Г. Программируемые логические контроллеры:практическое руководство для начинающего инженера/ И.Г. Минаев, В.В. Самойленко.- Ставрополь : АГРУС, 2009.- 100с.
 9. Петров И.В. Программируемые контроллеры. Стандартные языки и приемы прикладного проектирования/ - М.: СОЛОН-Пресс, 2004.- 236с.
 10. Поспелов Д.А. Ситуационное управление: теория и практика.-М.: Наука,1986.-288с.
 11. Губарев О.П., Левченко О.В., Ганпаничурова О.С. "Дискретні системи керування гідропневмоавтоматики" (частина 1 - Пневмоавтоматика) Методичні вказівки до лабораторних робіт, для студентів спеціальності "Гідравлічні і пневматичні машини".- Київ: НТУУ»КПИ». - Вид. Біла Церква: "БК Нафтохім-Аваль".- 2007.- 52с.
 12. Залманзон Л.А. Теория аэрогидродинамических систем автоматического управления.- М.: 1977.- 416с.
 13. Пашков Е.В., Осинский Ю.А., Четверкин А.А. Электропневмоавтоматика в производственных процессах.- Севастополь: Изд-во СевНТУ, 2003.- 496с.
 14. Черкашенко М.В. Синтез минимальных схем гидропневмоагрегатов/Под ред. Д.т.н., Вурье Б.А. – М.: Пневмогидромашины.- 213.- 265 с.Х.:НТУ «ХПИ».- Харьков : «Диса плюс» 2016.- 256 с.
 15. Черкашенко М.В., Вурье Б.А. Теория построения схем гидропневмоагрегатов.- Х.:НТУ «ХПИ».- Харьков : «Диса плюс» 2016.- 256 с.
 16. Deppert W., Stoll K. Pneumatikanwendungen – Koaten senken mit Pneumatic Wurzburg.- Vogel-Buchverlag, 1990.- 412 s.
 17. Didactic systems: Fluidprax, Hydraulik, Elektrik/Elektronik.-Bosch Rexroth AG.- ErbachOdenwald.-2002.-128 S.
 18. Котов В.Е. Сети Петри.- М.: Наука, 1984.-284с.
 19. Моисеев Н.Н. Алгоритмы развития.- М.: Наука, 1978.-304с.
- 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 проектування систем керування для об'єктів мехатроніки.

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)
1.	Особливості, переваги та недоліки модульної будови та складу багатопривідних механотронних систем, функції контролю, керування та виконання Література: 1 (вступ, розд.3, 4, 5), 6 (вступ, розд.1,2), 1 доп , 8 – 11 доп.
2.	Модульна будова багатоелементних послідовних систем дискретної дії: циклограми, крокові та діаграмні структури . Література: 1 (вступ, розд. 4), 3 (вступ, розд.3,4)

3.	<i>Модульна будова багатоелементних систем дискретної дії: кінцеві автомати, ситуаційне керування, графи, сітки</i> Література: 3, доп. 10, 12, 14, 15, 18.
4.	<i>Елементна база структурного синтезу мехатронних систем за модульним принципом</i> Література: 1, 3 (розд.4), 1 доп. (с. 3 – 26)
5.	<i>Модуль-такт, пневматичні апаратні засоби побудови послідовної структури та їх інформаційний аналог (мови LD та STL)</i> Література: 1 (розд 4), 3 (розд.2), 6 доп.
6.	<i>Електрорелейні апаратні засоби побудови послідовної структури та їх інформаційний аналог (мови LD та STL)</i> Література: 3 (розд.2), 3 доп.
7.	<i>Модуль-ланцюг, апаратні та алгоритмічні засоби побудови структури (мови LD та STL)</i> Література: 1 (розд 5), 3 (розд.2), 3 доп.
8.	<i>Логічні функції ситуативного керування, модуль-ситуація, особливості застосування до задачі синтезу систем</i> Література: 6, 2 доп.
9.	<i>Структура алгоритму із використанням ситуативного керування (мови LD та STL).</i> Література: 6, 1 доп, 2 доп..
10.	<i>Мехатронні системи з мультипроцесною структурою керуванням</i> Література: 3, 6 (розд.3,4), 1 доп.
11.	<i>Циклічний модуль, структура модуля і системи, особливості логіки функціонування, причинно-наслідкова модель</i> Література: 3, 6, 2 доп.
12.	<i>Загальний алгоритм мультипроцесного керування, особливості опису циклічних модулів мехатронних систем</i> Література: 3, 6, 2 доп.
13.	<i>Структурний синтез систем 4-го класу (мультипроцесних)</i> Література: 3 (розд 4), 6 (розд.4)
14.	<i>Структурний синтез систем 5-го класу (альтернативних)</i> Література: 3 (розд 4), 6 (розд.4))
15.	<i>Циклічні макромодулі, логічна будова, умови використання</i> Література: 3 (розд. 5), 6.
16.	<i>Експлуатаційний та життєвий цикли, режими функціонування системи</i> Література: 3 (розд.8,9), 1 доп.
17.	<i>Загальний алгоритм керування багаторежимною модульною системою</i> Література: 1 (розд. 5), 3 (розд.6,7,8), 1 доп.
18.	<i>Додавання та виключення модулів зі складу системи, задача модернізації для модульних систем мехатроніки</i> Література: 1 (розд. 5), 3, 6 (приклад)

6. Самостійна робота студента

№ з/п	Вид самостійної роботи	Кількість годин СРС
1.	<i>Підготовка до аудиторних занять</i>	36
2.	<i>Виконання РГР</i>	24
3.	<i>Підготовка до екзамену</i>	18

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 (РСО)

Поточний контроль: експрес-опитування, практичні заняття.

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 25 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 проведення експрес-опитувань на лекціях;*

- відповіді під час лабораторних занять (16 занять);
- виконання модульної контрольної роботи (МКР);
- виконання розрахунково-графічної роботи (РГР).

Відповіді на екзамені оцінюються у 50 балів.

Робота на лабораторних заняттях (максимум 32 бали):

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

Виконання РГР:

- якісно виконана робота – 10 балів;
- роботу виконано нераціонально – 9 балів;
- роботу виконано з незначними помилками – 8 балів;
- роботу виконано з певними помилками – 6 балів;
- роботу не зараховано (не виконано або є грубі помилки) – 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 – 0,5 бала.

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 або 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: 45-50 балів;
- вичерпні відповіді на всі питання білету, вичерпний розв'язок практичного завдання, не повні відповіді на додаткові питання: 40-44 бали;
- принципові відповіді на всі питання білету, вичерпний розв'язок практичного завдання, не повні відповіді на додаткові питання: 34-39 балів;
- в деяких відповідях мають місце певні неточності: 29-33 балів;
- допускаються окремі помилки, але їх можливо виправити за допомогою додаткових питань викладача, має місце розуміння модульної будови алгоритму керування: 25-28 балів;
- припускаються суттєві помилки у відповідях або відсутня відповідь на одне з питань залікової роботи: 20-24 бали.

Розрахунок шкали рейтингу з дисципліни (r_a):

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).

$R_c = 32\text{лб} + 10\text{РГР} + 8\text{МКР} = 50$ 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 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)

• *Приклад екзаменаційного завдання*

1. Тактово-модульна структура мехатронної системи та її реалізація засобами алгоритмічної мови LD.
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 Ганпанцуровою Оксаною Сергіївною

Ухвалено кафедрою _ПГМ_ (протокол № 6 від 23.12.2020)

Погоджено Методичною комісією інституту (протокол № 6 від 25 січня 2021 року)



МОДУЛЬНІ ПРОМИСЛОВІ СИСТЕМИ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Другий (магістерський)
Галузь знань	13 Механічна інженерія
Спеціальність	131 Прикладна механіка
Освітня програма	Автоматизовані та роботизовані механічні системи
Статус дисципліни	Вибіркова
Форма навчання	очна(денна) /дистанційна/змішана
Рік підготовки, семестр	1 курс, викладається в одному семестрі (весняний)
Обсяг дисципліни	5 кредитів ЄКТС (150 годин)
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Екзамен, РГР
Розклад занять	Лекції 36 годин, лабораторні 36 годин (2 години лекції та 2 години практ/лаб. р. на тиждень), СРС 78 годин, http://rozklad.kpi.ua/Schedules/
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: к.т.н., доцент, Ганпаніурова Оксана Сергіївна, ganpanisurova@ukr.net , к.т.н., ст. викладач, Беліков Костянтин Олександрович, belikivka@gmail.com
Розміщення курсу	https://campus.kpi.ua/tutor/index.php?mode=mob&show&irid=185132 https://campus.kpi.ua/tutor/index.php?mode=mob&show&irid=187244

Програма навчальної дисципліни

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

Програма навчальної дисципліни «**Модульні промислові системи**» складена відповідно до освітньо-професійної та освітньо-наукової програми підготовки магістрів з галузі знань 13 «Механічна інженерія» за спеціальністю 131 «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 131 Прикладна механіка.

Результати вивчення дисципліни «Модульні промислові системи» є корисними для подальшого вивчення дисциплін: «Гнучкі мехатронні системи», «Прогнозування енергоефективності систем приводів».

3. Зміст навчальної дисципліни

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

Тема 1.1. Особливості модульної будови та складу багатопровідних 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 псевдомultiпроцесною 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 к лабораторним роботам 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. Валлер Д., Вернер Г. Электропневмоавтоматика ФЕСТО: основной курс ТР201 Сборник упражнений.- Изд.ФЕСТО.- 2002.- 112с.
2. Волков Ю.Д. Програмируемые контроллеры «Фесто».-К.:Изд-во ДП «Фесто», 2003.- 94с.
3. Губарев А.П. Дискретно-логическое управление в системах гидропневмоавтоматики: Учебное пособие.- К.: ИСМО, 1997.- 224с.
4. Губарев А.П., Левченко О.В. Мехатроника: от структуры системы к алгоритму управления: Учеб. Пособие.- К.: НТУУ «КПИ», 2007.- 180с.
5. 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.
6. 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.
7. Деменков Н.П. Языки программирования промышленных контроллеров: Учебное пособие/Под ред. К.А. Пупкова.- М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана.- 2004.- 172 с.
8. Пашков Е.В., Осинский Ю.А., Четверкин А.А. Электропневмоавтоматика в производственных процессах.- Севастополь: Изд-во СевНТУ, 2003.- 496с.
9. Програмируемые контроллеры для систем управления /Г.И. Загарий, Н.О. Ковель, В.И. Поддубняки др. – Ч.1: Архитектура и технология применения. – Х. «Регион-Информ», 2001. – 316 с.
10. Белянин П.Н. Гибкие производственные комплексы.-М.:Машиностроение, 1984.
11. Гласс Р. Руководство по надежному программированию: Пер. с англ.-М.: Финансы и статистика, 1982.- 256с.
12. Зюбин В.Е. Программирование информационно-управляющих систем на основе конечных автоматов: Учеб.-метод. Пособие/ В.Е. Зюбин; Новосиб. Гос. Ун-т. Новосибирск, 2006.- 96с.
13. Мікропроцесорні пристрої і системи управління в харчовій промисловості: Навч. посібник /І.В. Ельперін, Є.Л. Календро, А.П. Ладанюк.- К.: ІСДО, 1994. – 140 с.
14. Нагорный В.С., Денисов А.А. Устройства автоматики гидро- и пневмосистем: Учеб. пособие техн. вузов.-: Высш. шк., 1991.- 376с.
15. Питерсон Дж. Теория сетей Петри и моделирование систем/переклад з англійської/- М.: Мир, 1984.-340с.
16. Промышленные роботы: конструирование, управление, эксплуатация /В.И.Костюк, А.П.Гавриш, Л.С.Ямпольский, А.Г.Карлов.- К.: Вища шк., 1985.- 359с.
17. Управление в технических системах с жидким и газовым компонентами: Учебное пособие/Ю.А.Абрамов, А.П.Губарев, А.В.Узунов и др.- К.: ИСМО, 1997.- 288с.
18. Фурман И.А. Програмируемые контроллеры промышленного назначения: Учебн. пособие для вузов.- К.: М-во образования Украины, 2000.- 228 с.
19. Черкашенко М.В. Автоматизація проектування систем гідро- і пневмоприводів з дискретним управлінням: Навч.посібник.-2-е вид., перероб.-Харків: НТУ"ХПІ", 2001.- 182с.
20. Didactic systems: Fluidprax, Hydraulik, Elektrik/Elektronik.-Bosch Rexroth AG.- ErbachOdenwald.-2002.-128 S.

21. Ebel F., von Terzi M. Festo Didactic. Mechatronics.: Festo Didactic GmbH&Co., D73770 Denkendorf, 2000.- 108 S.
22. Mechatronika/ pod kier. Dietmara Schmida.- Polish edition REA, Warshawa.- 2002.- 384p.

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 гідروпневматичними електричними та іншими засобами дискретної дії. Література: 1, 2, 8, 9, доп 4, 6, 15, 18</i>
2.	<i>Засоби формального зображення багатоелементних послідовних систем дискретної дії: таблиці стану та переходів; тактові діаграми, часові діаграми, циклограми; функціональні графи. Література: 2,5,8, доп 8, 10, 11, 12, 13.</i>
3.	<i>Продуктивний підхід до визначення структури виробничого процесу та його розподілу на складові. Література: 1,2,9, доп 4, 6, 13.</i>
4.	<i>Елементна база структурного синтезу мехатронних систем за модульним принципом. Література: 4, 6, доп 4, 10, 12, 15,16, [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, 7, 8, 10, доп 3, 5, 9, 14.</i>
6.	<i>Особливості модульної будови структури систем з мультипроцесною та конвеєрною програмою дій. Література: 1,3, 4, 9, доп 6, 9, 10, 13, 15.</i>
7.	<i>Відповідність алгоритмів функціонування виробничих систем та алгоритмів керування мультипроцесною програмою дій. Література: 3, 5, 8, 9, доп. 6, 7, 9, 13, 14, 15</i>
8.	<i>Алгоритм керуючої програми модульної станції з псевдомultiпроцесною програмою керування. Алгоритм керуючої програми модульної станції з кроковою структурою програми керування Література: 3, 8, 9, доп. 1, 2, 6, 13</i>
9.	<i>Алгоритм керуючої програми модульної станції з використанням підпрограм для забезпечення керуваності паралельних дій Література: 3, 8, 9, доп. 1, 2, 6, 13</i>
10.	<i>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, 8, доп. 4, 13, 14, 15</i>

11.	<i>Поєднання експлуатаційних та сервісних режимів в алгоритмі керування з кроковою структурою та використанням підпрограм. Література: 3, 8, 9, доп. 1, 2, 6, 13</i>
12.	<i>Поєднання експлуатаційних та сервісних режимів в мультипроцесному алгоритмі керування з використанням підпрограм. Література: 3, 8, 9, доп. 1, 2, 6, 13</i>

6. Самостійна робота студента

№ з/п	Вид самостійної роботи	Кількість годин СРС
1.	<i>Підготовка до аудиторних занять</i>	44
2.	<i>Виконання МКР</i>	6
3.	<i>Виконання РГР</i>	18
4.	<i>Підготовка до іспиту</i>	10

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 та РГР.

- 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: експрес-опитування, лабораторні заняття.

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

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 лабораторних занять (5 лабораторних стендів);
- виконання модульної контрольної роботи (МКР);
- виконання розрахунково-графічної роботи (РГР).

Відповіді на екзамені оцінюються у 50 балів.

Робота на лабораторних заняттях (максимум 25 балів):

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

Виконання РГР:

- якісно виконана робота – 15 балів;
- роботу виконано з незначними недоліками – 10 балів;
- роботу виконано з певними помилками – 5 балів;
- роботу не зараховано (не виконано або є грубі помилки) – 0 балів.

Виконання МКР:

- творчо виконана робота – 10 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, то він виконує екзаменаційну контрольну роботу.

На екзамені студенти виконують 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 заача вирішена у відповідності до завдання, чітко 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.

$R_c = 25 LP + 15 РГР + 10 МКР = 50$ 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:

<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

Необхідною умовою допуску до екзамену є 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)

• 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:

доцентом кафедри ПГМ, кандидатом технічних наук, доцентом Ганпанцуровою Оксаною Сергіївною

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

Ухвалено кафедрою _ПГМ_ (протокол № 6_ від 23.12.2020)

Погоджено Методичною комісією інституту (протокол № 6 від 25 січня 2021 року).



ПРОЕКТУВАННЯ МЕХАТРОННИХ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізитинавчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Другий (магистерський)
Галузь знань	13 Механічна інженерія
Спеціальність	131 Прикладна механіка
Освітня програма	Автоматизовані та роботизовані механічні системи
Статус дисципліни	Вибіркова
Форма навчання	очна(денна)/дистанційна/змішана
Рік підготовки, семестр	1 курс, весняний семестр
Обсяг дисципліни	5 кредитів ЄКТС (150 годин)
Семестровий контроль/ контрольні заходи	2 атестації, екзамен, виконання РГР
Розклад занять	Лекції 36 годин, лабораторні 36 годин (2 години лекції та 2 години практ/лаб. р. на тиждень), СРС 78 годин, http://rozklad.kpi.ua/Schedules/
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: д.т.н, професор, Узунов Олександр Васильович, uzua@i.ua Практичні: д.т.н, професор, Узунов Олександр Васильович, uzua@i.ua Лабораторні: д.т.н, професор, Узунов Олександр Васильович, uzua@i.ua
Розміщення курсу	Електронний Кампус

Програманавчальної дисципліни

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

Програма навчальної дисципліни «**Проектування мехатронних інтелектуальних систем**» (далі ПМІС) складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки бакалавра з галузі знань 13 «Механічна інженерія» за спеціальністю 131 «Прикладна механіка».

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

гідронневоавтоматики, електромеханіки, мехатроніки і робототехніки; здатність обирати раціональні підходи і технічні засоби до автоматизації технічних об'єктів та систем, машин та механізмів засобами механіки, гідронневоавтоматики, електромеханіки, мехатроніки і робототехніки, створювати конкурентоспроможні технічні об'єкти, застосовувати критерії для оцінки їх функціональної, експлуатаційної, енергетичної та загальної ефективності.

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

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

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

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

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

3. Зміст навчальної дисципліни

1. Область застосування та особливості мехатронних інтелектуальних систем.
2. Приклади застосування мехатронних інтелектуальних систем.
3. Зміст задачі створення стаціонарних мехатронних систем та мобільних роботів.
4. Теоретичні основи проектування мехатронних систем з інтелектуальними властивостями.
5. Структура мехатронної системи з інтелектуальним керуванням.
6. Проектування кінематики механічної частини. Формування вимог до системи керування.
7. Принципи забезпечення транспортних та робочих рухів мехатронних систем. Основні розрахунки. Вибір обладнання.
8. Принципи та засоби забезпечення інформаційного обміну з оточуючим середовищем.
9. Принципи та засоби керування мехатронної системи. Функціональні можливості контролерів. Вибір обладнання.
10. Принципи та засоби організації каналів керування 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 мехатроніка. 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. *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*
5. *Методи та системи штучного інтелекту: Навчальний посібник для студентів напряму підготовки 6.050101. «Комп'ютерні науки» / Уклад.: А.С. Савченко О. О.Синельников – К. : НАУ 2017. - 190 с.*
6. *FLProg - система візуального програмування для Arduino. Програмування Arduino за допомогою ArduBlock (скачати) Графічне середовище програмування arduino. <https://gadgets-room.ru/flprog-sistema-vizualnogo-programmirovaniya-dlya-arduino-programmirovaniya-arduino-s/>*
7. *Tinkercad Arduino – сімулятор ардуіно <https://arduino-master.ru/program/simulyator-arduino-tinkercad-circuits/>*
- Додаткові інформаційні ресурси*
8. *Улли Соммер. Программирование микроконтроллерных плат Arduin/Freeduinoю – : БХВ, 2013.- 256 с.*
9. *Dudziak, R., Kohn, C., Sell, R., 2008, Integrated systems and design, TUT Press, Tallinn, 208 p.*
10. *VDI2206: Design methodology of mechatronical systems. Beuth. Berlin, 2004.*
11. *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. *Крайнев А.Ф. Словарь-справочник по механизмам. – Машиностроение 1981. -483 с.*
13. *Введение в мехатронику/ О.М. Яхно, А.В. Узунов, А.Ф. Луговской, А.П. Губарев, В.А. Ковалев, Ю.А. Пыжиков// К.: НТУУ «КПИ», 2008, ISBN 966-8454-19-7. - 528 с.*
14. *Ertas, Atila. The engineering design process/Atila Ertas, Jesse C. Jones //John Wiley & Sons, Inc. 1993. -515p.*
15. *Буч, Г. Объектно-ориентированное проектирование с примерами применения/ Г. Буч. – М. : Конкорд, 1992. – 519с.*
16. *Узунов, А. Развивающаяся модель и алгоритм проектирования мехатронных объектов/ А. Узунов// Промислова гідраліка і пневматика. Всеукраїнський науково-технічний вісник, 2011. - №2(32). - С.87-90.*
17. *Балагурин, А.А. Экспериментальное исследование электрогидропривода со встроенной моделью/ А.А. Балагурин, А. В. Узунов// Вісник Кременчуцького державного політехнічного університету імені Михайла Остроградського. – 2008. - №2 (49), ч.2. - С. 28-32.*

18. Дьюхарст, С. Программирование на C++/ С. Дьюхарст, Старк К. – Киев НИПФ «ДиаСофт», 1993. - 272с.
19. Иринг, Ю. Проектирование гидравлических и пневматических систем/ Ю. Иринг. - Л. : Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1983. - 363с.
20. Коршунов, Ю.М. Математические основы кибернетики/ Ю.М. Коршунов. - Учебн. пособие для вузов.- М. : Энергия, 1980. – 424с.
21. Нагорный, В.С. Устройства автоматики гидро- и пневмосистем: Учеб. пособ. техн. вузов/ В.С. Нагорный, А.А. Денисов. - М. : Высш.шк., 1991. - 376с.
22. Растринг Л.А. Современные принципы управления сложными объектами/ Л.А. Растринг. -М. : Со.радио, 1980. – 232с.
23. Цыпкин, Я.З. Основы теории обучающихся систем/ Я.З. Цыпкин. – М. : Наука, 1970. – 252с.
24. Шрейдер, Ю.А. Особенности описания сложных систем/ Ю.А. Шрейдер//Системные исследования: методол. пробл. Ежегодник, 1983. – М. : Наука, 1983. – С.107-124.
25. Pahl, G. Engineering Design: A Systems Approach/ G. Pahl, W. Beitz// Springer-Verlag, Berlin, Heilderberg, New York, Tokyo, 2006 (2nd edition).
- рекомендації та роз'яснення:*

- *Всі базові літературні джерела є в бібліотеці КІІ 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

	<i>Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)</i>
1.	<i>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).</i>
2.	<i>Етапи проектування мехатронної інтелектуальної системи. Основні складові технічного завдання. Приклад технічного завдання. Література:[1] (розд. 5),[2](розд. 5).</i>
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 принципів 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. Література: [5]- розд. 9</i>
14.	<i>Стаціонарні та автономні системи живлення. Принципи їх вибору, основні розрахунки, вибір обладнання.. Література:[9]..</i>
15.	<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. Література:[5]- глава 9. [5] – глави 10-12.</i>
16.	<i>Порти контролера та програмування обміну інформації через порти. Основи програмування мовою СІ. Структура програми. Змінні та константи. Література:[5]- глава 9.</i>
17.	<i>Програмні засоби багаторазового виконання операцій. Програмні засоби перевірки умов та прийняття рішень. засоби взаємодії з зовнішнім середовищем. Література: [17,20]..</i>
18.	<i>Принципи розробки інтелектуальних алгоритмів керування. Приклади. Література:[9].</i>

6. Самостійна робота студента

№ з/п	Вид самостійної роботи	Кількість годин СРС
-------	------------------------	---------------------

1.	<i>Підготовка до аудиторних занять</i>	42
2.	<i>Виконання МКР</i>	10
3.	<i>Виконання РГР</i>	16
4.	<i>Підготовка до іспиту</i>	10

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

В процесі навчання студенти мають виконувати наступні вимоги

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

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

Поточний контроль: опитування за темою заняття, тести.

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

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

– виконання розрахунково-графічної роботи (РГР).

Відповіді на екзамені оцінюються у 50 балів.

Робота на лабораторних заняттях (максимум 25 балів):

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

Виконання РГР:

- якісно виконана робота – 15 балів;
- роботу виконано з незначними недоліками – 14 балів;
- роботу виконано з неprincipовими недоліками – 12 балів;
- роботу виконано з певними помилками – 10 балів;
- роботу не зараховано (не виконано або є грубі помилки) – 0 балів.

Виконання МКР:

- творчо виконана робота – 10 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

$R_c = 25 LP + 15 PGR + 10 MKP = 50$ 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 $0,5 \times R_{с} = 25$ 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 № 6 від 23.12.2020)

Погоджено Методичною комісією інституту (протокол № 6 від 25 січня 2021 року)

БАГАТОФУНКЦІОНАЛЬНІ МЕХАТРОННІ СИСТЕМИ В ЕНЕРГОЄМНИХ ПРОЦЕСАХ (БМС в ЕП)

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Другий (магістерський)
Галузь знань	13 Механічна інженерія
Спеціальність	131 Прикладна механіка
Освітня програма	Автоматизовані та роботизовані механічні системи
Статус дисципліни	Вибіркова
Форма навчання	очна(денна) /дистанційна/змішана
Рік підготовки, семестр	1 курс, викладається в одному семестрі (осінній/весняний)
Обсяг дисципліни	5 кредитів ЄКТС (150 годин)
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Залік, МКР
Розклад занять	Лекції 36 годин, лабораторні 36 годин (2 години лекції та 2 години лаб.р. на тиждень), СРС 78 годин, http://rozklad.kpi.ua/Schedules/
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: доц., к.т.н., Муращенко Альона Миколаївна, a_kirya@i.ua
Розміщення курсу	https://campus.kpi.ua/tutor/index.php?mode=mob&show&irid=185132 https://campus.kpi.ua/tutor/index.php?mode=mob&show&irid=187244

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 13 «Механічна інженерія» за спеціальністю 131 «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, гідронневоавтоматики, електромеханіки, мехатроніки і робототехніки; здатність обирати раціональні підходи і технічні засоби до автоматизації технічних об'єктів та систем, машин та механізмів засобами механіки, гідронневоавтоматики, 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 багатфункціональних 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.

2. 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.

3. Зміст навчальної дисципліни

1. Характеристики систем керування.
2. Багатфункціональні 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 механотроніці 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.

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 механотроніка. Вінниця: ВНТУ, 2020. – 712с. id: 1683

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

<https://nubip.edu.ua/sites/default/files/u132/%D0%9F%D0%BE%D1%81%D1%96%D0%B1%D0>

[/BD%D0%B8%D0%BA %D0%9C%D0%B5%D1%85%D0%B0%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BD%D1%96%D0%BA%D0%B0.pdf](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)

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

Додаткові інформаційні ресурси

4. Введение в мехатронику/ О.М. Яхно, А.В. Узунов, А.Ф. Луговской, А.П. Губарев, В.А. Ковалев, Ю.А. Пыжиков// К.: НТУУ «КПИ», 2008, ISBN 966-8454-19-7. - 528 с.
5. Готлиб, Б.М. Введение в специальность «Мехатроника и робототехника»: курс лекций / Б.М. Готлиб, А.А. Вакалюк. – Екатеринбург : УрГУПС, 2012. – 134 с.
6. *The Mechatronics Handbook. Editor-in-Chief Robert H. Bishop.* CRC Press, 2002. – 1229 p.
7. *Mechatronics : an introduction / edited by Robert H. Bishop.* CRC Press, 2006. – 285 p.
8. Фрайден Д. Современные датчики. Справочник. Москва: Техносфера, 2005. – 592 с.
9. Дорф Р., Бишоп Р. Современные системы управления. Пер. с англ. Б. И. Копылова. – М.: Лаборатория базовых знаний, 2002. – 832 с.
10. Смирнов А. Б. Мехатроника и робототехника. Системы микроперемещений с пьезоэлектрическими приводами. – СПб, 2003. – 160 с.
11. <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

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>Вступ. Предмет курсу. Призначення і середовище застосування мехатроніки. 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 мехатроніці 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.	Статичні та астатичні системи керування. Література: [1], дод.: [6, 8, 10]
7.	Інтегровані системи. Література: [1-5] с.26, с.70, дод.: [6, 8, 10]
8.	Розподілені системи керування в порівнянні з інтегрованими. Література: [5] 26-70, дод.: [6, 8, 10]
9.	Методи побудови інтегрованих мехатронних модулів і систем. Література: [1-5], дод.: [6, 8, 10]
10.	Ізодромний регулятор. Застосування ізодромного регулятора. Література: [1-5], дод.: [11]
11.	Системи автоматичного регулювання товщини полоси (САРТ). Література: [1], дод.
12.	Процес стабілізації товщини полоси в клеті по методу Сімса-Головіна. Графік. Література: [1]

6. Самостійна робота студента

№ з/п	Вид самостійної роботи	Кількість годин СРС
1.	<i>Підготовка до аудиторних занять</i>	48
2.	<i>Виконання МКР</i>	20
3.	<i>Підготовка до заліку</i>	10

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, лабораторні заняття.

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

Семестровий контроль: залік.

Умови допуску до семестрового контролю: зарахування усіх лабораторно/практичних робіт, зарахування МКР.

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) і складається з балів, які студент отримує за:

- відповіді під час проведення експрес-опитувань на лекціях;*
- відповіді під час лабораторних/практичних занять (36 годин);*
- виконання модульної контрольної роботи (МКР).*

Відповіді на заліку оцінюються у 100 балів.

Умови допуску до заліку: виконані і захищені всі лабораторні роботи, виконана і зарахована МКР.

Робота на практичних/лабораторних заняттях (12 робіт, максимум 48 балів):

- захищена і творчо виконана робота – 4 бали;*
- виконана і захищена робота – 3 бали;*
- виконана робота – 1 бал;*
- пасивна робота – 0 балів.*

Виконання модульної контрольної роботи (МКР):

- творчо виконана робота – 25 балів;*
- роботу виконано в повному обсягу – 23 ... 24 балів;*
- роботу виконано з незначними недоліками – 21...22 бали;*
- роботу виконано з незначними помилками – 19...20 балів;*
- роботу виконано з незначними помилками – 15...18 балів;*
- роботу виконано з певними помилками – 14 балів.*
- роботу не зараховано (не виконано або є грубі помилки) – 0 балів.*

Відповіді під час проведення експрес-опитувань на лекціях (максимум 27 балів):

За правильні відповіді під час експрес-опитувань – 1 бал за основне питання, 0,5 бала за додаткове питання.

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 PCO щодо допуску до семестрового контролю, але має підсумковий рейтинг менше 60 балів або хоче підвищити поточну оцінку при цьому здобувач

отримує більшу з оцінок, що отримані за результатами залікової контрольної роботи або за рейтингом, і здобувач виконує залікову роботу.

На заліку студенти виконують письмову 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: 95 ... 100 балів;
- в деяких відповідях мають місце непринципові неточності: 85-94 бали;
- в одній – двох відповідях мають місце змістовні неточності: 80-84 бали;
- в декількох відповідях мають місце змістовні невідповідності: 71-79 балів;
- допускаються окремі помилки, але їх можливо виправити за допомогою додаткових питань викладача, має місце знання основних понять і величин: 66-70 балів;
- припускаються суттєві помилки у відповідях або відсутня відповідь на одне з питань залікової роботи: 60-65 балів.
- роботу не виконано або є грубі помилки – 0 балів.

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

• Приклад питань залікового білета

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

Ухвалено кафедрою _ПГМ_ (протокол № _6_ від 23.12.2020)

Погоджено Методичною комісією факультету (протокол № _6_ від 25.01.21)



МОДЕЛЮВАННЯ І ДОСЛІДЖЕННЯ ОБ'ЄКТІВ МЕХАТРОНІКИ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Другий (магістерський)
Галузь знань	13 Механічна інженерія
Спеціальність	131 Прикладна механіка
Освітня програма	Автоматизовані та роботизовані механічні системи
Статус дисципліни	Вибіркова
Форма навчання	очна(денна)/дистанційна/змішана
Рік підготовки, семестр	1 курс, весняний семестр
Обсяг дисципліни	5 кредитів ЄКТС (150 годин)
Семестровий контроль/ контрольні заходи	2 атестації, залік
Розклад занять	Лекції 36 годин, лабораторні 36 годин (2 години лекції та 2 години практ.р. на тиждень), СРС 78 годин, http://rozklad.kpi.ua/Schedules/
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: д.т.н, професор, Узунов Олександр Васильович, uzua@i.ua Практичні: д.т.н, професор, Узунов Олександр Васильович, uzua@i.ua
Розміщення курсу	Електронний Кампус

Програма навчальної дисципліни

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

Програма навчальної дисципліни «*Моделювання і дослідження об'єктів мехатроніки*» (далі *МіДОМ*) складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки бакалавра з галузі знань 13 «Механічна інженерія» за спеціальністю 131 «Прикладна механіка».

Метою навчальної дисципліни є формування у студентів здатностей: - розв'язувати практичні задачі моделювання та дослідження динамічних процесів в об'єктах мехатроніки шляхом їх математичного моделювання, - виконувати дослідження принципів схем об'єктів, розуміти робочі процеси, - будувати їх математичні описи та моделі, - виконувати модельні дослідження та визначати раціональні параметри, які забезпечують потрібні експлуатаційні характеристики.

Предметом навчальної дисципліни є: методи: аналізу робочих процесів в об'єктах мехатроніки, - побудови математичних описів динамічних процесів, - побудови математичних моделей, - тестування та налаштування моделей, виконання досліджень з використанням математичних моделей. Вказані методи 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 використовувати сучасні інструментальні засоби для розробки математичних і імітаційних моделей автоматизованих механічних систем, машин, систем гідропневмоавтоматики, електромеханіки, мехатроніки і робототехніки та їх компонентів з метою визначення раціональних конструктивних та експлуатаційних параметрів, режимів і умов експлуатації, оцінки функціональності і ефективності шляхом комп'ютерного моделювання, здатність використовувати сучасні підходи та інструментальні засоби автоматизованого проектування для створення автоматизованих механічних систем, машин, систем гідропневмоавтоматики, електромеханіки, мехатроніки і робототехніки та їх компонентів із забезпеченням виконання заданих функцій, експлуатаційних характеристик та показників ефективності.*

Знання: *знати основні підходи до аналізу, розуміння та побудови математичних описів динамічних процесів в об'єктах мехатроніки та їх моделювання; методи тестування та налаштування математичних моделей; програмні інструментальні засоби для математичного моделювання; методи дослідження процесів та визначення раціональних параметрів для забезпечення потрібних характеристик технічних об'єктів.*

Уміння: *застосовувати підходи, методики та методи побудови математичних моделей, їх тестування, налаштування та дослідження процесів для вирішення практичних задач проектування та удосконалення об'єктів мехатроніки в машинобудуванні з використанням сучасних програмних інструментів.*

Досвід: *вибирати та застосовувати раціональні методи та програмні інструментальні засоби для вирішення конкретних задач моделювання та дослідження динамічних процесів в об'єктах мехатроніки; будувати, математичні описи та математичні моделі складних динамічних процесів, використовувати сучасні програмні інструменти моделювання та дослідження процесів; обирати раціональні параметри об'єктів для забезпечення потрібних експлуатаційних характеристик.*

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни

Необхідне попереднє успішне оволодіння знаннями та уміннями, набутими при вивченні дисциплін «Теоретична механіка», «Інформатика», «Фізика», «Математичне моделювання і проектування фізично різнорідних систем», «Математичне моделювання і проектування систем гідро і пневмоприводів»

Результати вивчення дисципліни «Моделювання і дослідження об'єктів мехатроніки» є корисними для подальшого вивчення дисциплін: «Проектування мехатронних інтелектуальних систем», «Проектування об'ємних гідро і пневмо машин», «Багатофункціональні мехатронні системи в енергоємних процесах», «Математичне моделювання систем та процесів», «Математичні методи аналізу систем приводів»

3. Зміст навчальної дисципліни

1. *Приклади проблем створення об'єктів мехатроніки та основні задачі математичного моделювання. Особливості робочих процесів в об'єктах мехатроніки. Моделювання процесів в зосереджених та розподілених параметрах..*
2. *Основний алгоритм моделювання та дослідження об'єктів мехатроніки.*
3. *Основні положення підходу до побудови математичних моделей на основі принципових схем та базису типових процесів.*
4. *Основні положення циклічно-модульного підходу до побудови математичних моделей та елементний базис для його застосування.*
5. *Побудова математичних моделей та чисельне моделювання механічних складових систем (мова С, пакет Матлаб, Сімулінк).*

6. Побудова математичних моделей та чисельне моделювання гідравлічних, пневматичних та електричних складових систем (мова С, пакет Матлаб, Сімулінк).
7. Тестування та валідація математичних моделей частин та систем і алгоритм виконання досліджень.
8. Підхід до побудови моделей та особливості моделювання мультирежимних мехатронних систем. Планування експериментів.
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. 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, Губарев О.П. Методика побудови структурно-імітаційних математичних моделей компонентів систем гідроприводу. *Bulletin of the National Technical University "KhPI". 70 Series: Hydraulic machines and hydraulic units* , no. 1'2021, p.p.23-31, ISSN 2411-3441 (print), ISSN 2523-4471 (online), doi: 10.20998/2411-3441.2021.1.03 (Web of Science)
4. Узунов, О.В. Математична модель робочого процесу у гідравлічному автомобільному амортизаторі/ О.В. Узунов, І.В. Ночніченко// Гідравліка і гідротехніка.: Науково-технічний збірник. - Вип. 65.- К.: НТУ, 2011. - С. 71-83.

Додаткові інформаційні ресурси

5. *System dynamic: a unified approach/ Dean C. Karnopp, Donald L. Margolis, Ronald C. Rosenberg.* - A WILEY-INTERSCIENCE PUBLICATION John Wiley & Sons Inc. 1990.- 514р.
6. VDI2206: *Design methodology of mechatronical systems.* Beuth. Berlin, 2004.
7. *Введение в мехатронику/ О.М. Яхно, А.В. Узунов, А.Ф. Луговской, А.П. Губарев, В.А. Ковалев, Ю.А. Пыжиков// К.: НТУУ «КПИ», 2008, ISBN 966-8454-19-7. - 528 с.*
8. Губарев, А.П. Имитационное моделирование и численное интегрирование: два подхода к одной задаче/ А.П. Губарев, А.В. Узунов. - В кн.: *Вестник Национального технического университета Украины («КПИ») Серия машиностроение.* - Киев.: НТУУ, вып. 33, 1998. - С.275-291.
9. Узунов, А. *Развивающаяся модель и алгоритм проектирования мехатронных объектов/ А. Узунов// Промислова гідравліка і пневматика. Всеукраїнський науково-технічний вісник, 2011. - №2(32). - С.87-90.*
10. Узунов, А. *Циклично-модульний підхід в задаче моделювання об'єктів с гідравлічеськими компонентами/ А. Узунов// Промислова гідравліка і пневматика. Всеукраїнський науково-технічний вісник, 2009. - №1(23). - С.61-66.*
11. Узунов, А. *Циклично-модульний підхід в моделюванні многорежимных гидросистем/ А. Узунов//Промислова гідравліка і пневматика. Всеукраїнський науково-технічний вісник, 2009. - №3(25). - С.71-76.*

12. Узунов А.В. Эффективность проектирования и модульный подход/ А.В. Узунов// Вісник Східноукраїнського національного університету імені ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ, №3(109) Част. 2, Луганськ, 2007. - С.177-182.
13. Узунов, А. В. Особенности функционально-блочного проектирования клапана давления/ А. В. Узунов// Промислова гідравліка і пневматика. Всеукраїнський науково-технічний вісник, 2007. - №1(15). - С.7-13.
14. Узунов, А.В. Иерархическое представление развития модели на примере гидромеханического преобразователя/ А.В. Узунов// Вестник НТУУ «КПИ», Машиностроение, 2010. - №58. - С.134-146.
15. Uzunov, O. The Cyclic-modular Approach in Simulating of Multi - Regime Mechatronic Systems with Hydraulic Components/ O. Uzunov// Solid State Phenomena, Mechatronic Systems and Materials III Trans Tech Publication, Volume 164. – 2010. - P.165-170.

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

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)
1.	Приклади проблем створення об'єктів мехатроніки та основні задачі математичного моделювання. Особливості робочих процесів в об'єктах мехатроніки. Моделювання процесів в зосереджених та розподілених параметрах.. Література: [1]- розд.5, [2] - розд.5, [3].
2.	Основний алгоритм моделювання та дослідження об'єктів мехатроніки. Література: [1] - розд.5, [3] - розд.3, [7], [11].
3.	Основні положення підходу до побудови математичних моделей на основі принципових схем та базису типових процесів. Література: [1] - розд.5, [3] - розд.3, [7], [11].
4.	Основні положення циклічно-модульного підходу до побудови математичних моделей та елементний базис для його застосування. Література: [1] - розд.5, [3] - розд.3, [7], [11].
5.	Побудова математичних моделей та чисельне моделювання механічних складових систем (мова С, пакет Матлаб, Сімулінк). Література: [1] - розд.5, [3] - розд.3, [7], [11].
6.	Побудова математичних моделей та чисельне моделювання гідравлічних, пневматичних та електричних складових систем (мова С, пакет Матлаб, Сімулінк). Література: [1] - розд.5, [3], [7], [11].

7.	<i>Тестування та валідація математичних моделей частин та систем і алгоритм виконання досліджень. Література: [1] - розд.5, [3] - розд.3, [7], [11].</i>
8.	<i>Підхід до побудови моделей та особливості моделювання мультирежимних мехатронних систем. Планування експериментів. Література: [1], [3] - розд.3, [7], [11].</i>
9.	<i>Оброблення, представлення, аналіз та використання результатів дослідження мехатронних систем. Література: [1] - розд.5, [3] - розд.3, [7], [11].</i>

6. Самостійна робота студента

№ з/п	Вид самостійної роботи	Кількість годин СРС
1.	<i>Підготовка до аудиторних занять</i>	54
2.	<i>Виконання МКР</i>	14
3.	<i>Підготовка до заліку</i>	10

САМОСТІЙНА РОБОТА СТУДЕНТА

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 66 годин, в тому числі – 6 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 запізень;*
- *студенти мають приймати активну участь в обговоренні дискусійних питань, які будуть запропоновані викладачем в ході занять та самостійно вирішувати;*
- *систематично готуватись до поточних занять виконуючи завдання для самостійної роботи;*
- *сприяти своєю поведінкою ефективному проведенню занять і не створювати зайвих перешкод (тримати мобільні телефони у відключеному стані).*
- *самостійно виконувати індивідуальні завдання з практичних занять та лабораторних робіт;*
- *сумлінно дотримуватись термінів захисту лабораторних робіт та індивідуальних завдань та перескладань;*
- *додержуватись академічної доброчесності.*

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

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 лабораторних/практичних занять (18 занять);
- виконання модульної контрольної роботи (МКР).

Відповіді на заліку оцінюються у 100.

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

Робота на практичних/лабораторних заняттях (16 робіт, максимум 48 балів):

- захищена творча робота – 3 бали;
- захищена робота – 2 бали;
- виконана робота – 1 бал;
- пасивна робота – 0 балів.

Виконання МКР:

- творчо виконана робота – 28 балів;
- роботу виконано в повному обсягу – 25 балів;
- роботу виконано з незначними недоліками – 24 бали;
- роботу виконано з незначними помилками – 22 бали;
- роботу виконано з незначними помилками – 20 балів;
- роботу виконано з певними помилками – 18 балів;
- роботу не зараховано (не виконано або є грубі помилки) – 0 балів.

Відповіді під час проведення експрес-опитувань на лекціях (максимум 24 бали):

За правильні відповіді під час експрес-опитувань – 1 бал за основне питання, 0,5 бала за додаткове питання.

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.

Якщо студент виконав умови РСО щодо допуску до семестрового контролю, але має підсумковий рейтинг менше 60 балів або хоче підвищити поточну оцінку при цьому здобувач отримує більшу з оцінок, що отримані за результатами залікової контрольної роботи або за рейтингом і 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: 95 ... 100 балів;*
- в деяких відповідях мають місце неprincipові неточності: 85-94 бали;*
- в одній – двох відповідях мають місце змістовні неточності: 80-84 бали;*
- в декількох відповідях мають місце змістовні невідповідності: 71-79 балів;*
- допускаються окремі помилки, але їх можливо виправити за допомогою додаткових питань викладача, має місце знання основних понять і величин: 66-70 балів;*
- припускаються суттєві помилки у відповідях або відсутня відповідь на одне з питань залікової роботи: 60-65 балів.*
- роботу не виконано або є грубі помилки – 0 балів.*

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

- в процесі опанування навчальної дисципліни використовуються комп'ютерні програмні засоби для моделювання типу MathLab Simulink. Також за бажанням студентів можуть бути використані інструментальні програми з аналогічними можливостями і середовище об'єктно-орієнтованого програмування VC++ та їх аналоги.*

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

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

Ухвалено кафедрою _ПГМ_ (протокол № 6 від 23.12.2020)

Погоджено Методичною комісією інституту (протокол № 6 від 25 січня 2021 року)