

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ імені ІГОРЯ
СІКОРСЬКОГО»
ПРИЛАДОБУДІВНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
кафедра автоматизації та систем неруйнівного контролю**

МЕХАТРОННІ КОМПЛЕКСИ КОНТРОЛЮ ТА ДІАГНОСТИКИ СЕРТИФІКАТНА ПРОГРАМА

**для другого (магістерського) рівня вищої освіти
за освітньою програмою «Комп'ютерно-інтегровані
технології та робототехніка»
спеціальності G7 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані
технології та робототехніка**

*Ухвалено Методичною радою
КПІ ім. Ігоря Сікорського
від 02.10.2025 р., протокол № 1*

*Введено в дію наказом
від 15.10.2025 р., № НОД/858/25*

Розробники сертифікатної програми:

Киричук Юрій Володимирович, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри автоматизації та систем неруйнівного контролю

Безвесільна Олена Миколаївна доктор технічних наук, професор кафедри автоматизації та систем неруйнівного контролю

Толочко Тетяна Олексіївна старший викладач кафедри автоматизації та систем неруйнівного контролю

Розглянуто та затверджено на засіданні кафедри АСНК
(протокол № 1 від «27» серпня 2025 р.)

ЗМІСТ

Опис сертифікатної програми

Описи освітніх компонентів сертифікатної програми

Силабуси освітніх компонентів сертифікатної програми

ОПИС СЕРТИФІКАТНОЇ ПРОГРАМИ

1. Загальна інформація

Назва сертифікатної програми	Мехатронні комплекси контролю та діагностики
Рівень вищої освіти	Другий (магістерський)
Галузь знань	G «Інженерія, виробництво та будівництво»
Спеціальність	G7 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка»
Освітня програма	Комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка
Факультет / Інститут	Приладобудівний
Кафедра	Автоматизації та систем неруйнівного контролю
Обсяг сертифікатної програми	23 кредити ЄКТС
Мова викладання	Українська
Документ про опанування сертифікатної програми	Сертифікат встановленого зразка КПП ім. Ігоря Сікорського
Термін дії сертифікатної програми	Безстроково
Інтернет- адреса постійного розміщення сертифікатної програми	asnk.kpi.ua розділ «Навчальні плани та освітні програми»

2. Мета сертифікатної програми

Поглиблення фундаментальних і формування спеціальних знань та вмінь для підготовки кваліфікованих фахівців, здатних застосовувати інноваційні підходи та сучасні інформаційні технології для вирішення складних нестандартних задач і проблем під час створення, вдосконалення, модернізації, експлуатації та супроводження автоматизованих комп'ютерно-інтегрованих систем енергозбереження, які відповідають потребам ринку праці та сучасним промисловим тенденціям.

3. Особливості участі слухачів Сертифікатної програми

Слухачами сертифікатної програми можуть бути як студенти КПП ім. Ігоря Сікорського, так і зовнішні слухачі. Сертифікатна програма розрахована на студентів денної форми навчання.

Запис на програму відбувається в період реалізації студентами права на вільний вибір навчальних дисциплін на наступний навчальний рік/семестр. Таким чином, студенти обирають сертифікатну програму, яка містить 5 навчальних дисциплін вільного вибору обсягом 23 кредити.

Здобувачі вищої освіти мають можливість бути залученими до наукових розробок кафедри, відвідувати студентські наукові та інженерні гуртки, брати участь в міжнародних наукових конференціях, у програмах міжнародної академічної мобільності.

Передумовами опанування сертифікатної програми є опанування бакалаврського рівня знань освітньої програми.

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 «Комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка».

Сертифікатна програма спрямована на засвоєння слухачами особливостей проблем створення, вдосконалення, експлуатації та супроводження автоматизованих мехатронних комплексів, систем керування. Вона наповнена унікальним контентом та авторськими курсами, які характеризуються практичністю та актуальністю інформації, що дозволяє отримати додаткові знання та навички, розширити коло кар'єрних можливостей у сфері автоматизованих мехатронних комплексів контролю та діагностики

Компетентності	СК1. Здатність здійснювати автоматизацію складних технологічних об'єктів та комплексів, створювати кіберфізичні системи на основі інтелектуальних методів управління та цифрових технологій з використанням баз даних, баз знань, методів штучного інтелекту, робототехнічних та мехатронних комплексів контролю та діагностики. СК2. Здатність проектувати та впроваджувати високонадійні системи автоматизації та їх прикладне програмне забезпечення, для реалізації функцій управління та опрацювання інформації, здійснювати захист прав інтелектуальної власності на нові проектні та інженерні рішення в області мехатронних комплексів контролю та діагностики. СК3. Здатність застосовувати методи моделювання та оптимізації для дослідження та підвищення ефективності в області мехатронних комплексів контролю та діагностики. СК4. Здатність аналізувати виробничо-технологічні системи і мехатронні комплекси контролю та діагностики, як об'єкти автоматизації, визначати способи та стратегії їх автоматизації, цифрової трансформації та їх удосконалення; СК5. Здатність інтегрувати знання з інших галузей, застосовувати системний підхід та враховувати нетехнічні аспекти при розв'язанні інженерних задач та проведенні наукових досліджень в області досліджень мехатронних комплексів контролю та діагностики.
Очікувані результати навчання	РН01. Створювати системи автоматизації, кіберфізичні виробництва на основі використання інтелектуальних методів управління, баз даних та баз знань, цифрових та мережевих технологій, робототехнічних та мехатронних комплексів контролю та діагностики. РН02. Створювати високонадійні системи автоматизації, мехатронні комплекси контролю та діагностики з високим рівнем функціональної та інформаційної безпеки програмних та технічних засобів, РН03. Застосовувати спеціалізовані концептуальні знання, що включають сучасні наукові здобутки, а також критичне осмислення сучасних проблем у сфері автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій в області мехатронних комплексів контролю та діагностики для розв'язування складних задач професійної діяльності. РН04. Застосовувати сучасні підходи і методи моделювання та оптимізації в області мехатронних комплексів контролю та діагностики для дослідження та створення ефективних систем автоматизації складними технологічними та організаційно-технічними об'єктами. РН05. Розробляти комп'ютерно-інтегровані системи управління складними технологічними та організаційно-технічними об'єктами, мехатронні комплекси контролю та діагностики, застосовуючи системний підхід із врахуванням.

5. Перелік освітніх компонентів

Освітні компоненти сертифікатної програми	Кількість кредитів ЄКТС	Форма підсумкового контролю	Семестр вивчення
Інтелектуальні прецизійні мехатронні комплекси вимірювання параметрів	5	екзамен	2
Вимірювальні перетворювачі та виконавчі пристрої мехатронних комплексів	5	екзамен	2
Спеціальні роботи мехатронних комплексів	5	екзамен	2
Технології штучного інтелекту мехатронних комплексів контролю та діагностики	4	залік	2
Перетворювачі руху інтелектуальних мехатронних комплексів контролю та діагностики	4	залік	2
Загальний обсяг кредитів ЄКТС	23		

6. Викладання та оцінювання

Викладання та навчання	Лекції, практичні роботи
Оцінювання	Види контролю результатів навчання: поточний, календарний, семестровий. Контроль проводиться згідно з Положенням про поточний, календарний та семестровий контроль результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського Оцінювання результатів навчання здійснюється за рейтинговими системами, визначеними у силабусах навчальних дисциплін. Рейтингові системи оцінювання складені згідно з вимогами Положення про систему оцінювання результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського За рішенням кафедри за цією сертифікатною програмою може бути передбачено виконання індивідуального завдання.

7. Ресурсне забезпечення реалізації програми

Кадрове забезпечення	Викладачі, що забезпечують викладання освітніх компонентів сертифікатної програми, мають наукові ступені кандидатів та докторів технічних наук, що відповідають спеціальності G7 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка» або спорідненим спеціальностям. Мають багаторічний стаж викладання дисциплін за відповідними напрямками. Враховуються вимоги Ліцензійних умов провадження освітньої діяльності (Постанова КМУ №1187 від 30.12.2015р. в чинній редакції.)
Матеріально-технічне забезпечення	Для проведення лекцій використовуються аудиторії, у яких встановлені мультимедійні проектори, комп'ютери для відтворення лекцій, що зберігаються у електронному форматі (зокрема, у вигляді презентацій PowerPoint). Для проведення практичних робіт використовуються окремі спеціалізовані аудиторії, які містять зручні робочі місця та прилади і обладнання. Комп'ютерні практикуми проводяться у комп'ютерних класах. При цьому комп'ютерні класи укомплектовані сучасними комп'ютерами та широкоформатними моніторами з діагоналлю від 19 до 23 дюймів. Усі приміщення відповідають будівельним та санітарним нормам. Усі студенти, що потребують проживання у гуртожитку, забезпечені ним.
Інформаційне та навчально-методичне забезпечення	Освітні компоненти сертифікатної програми забезпечені підручниками та навчальними посібниками у електронному вигляді, під час викладання використовуються платформи Кампус, Moodle, Google Classroom тощо.

ОПИСИ ОСВІТНІХ КОМПОНЕНТІВ

Інтелектуальні прецизійні мехатронні комплекси вимірювання параметрів	
Курс, семестр	1 курс, весняний семестр
Обсяг	5 кредитів ЄКТС (150 годин: ауд. - 72, СРС - 78)
Мова викладання	Українська
Кафедра	Автоматизації та систем неруйнівного контролю
Викладачі, які забезпечують викладання дисципліни	Д.т.н., професор, Безвесільна Олена Миколаївна
Вимоги до початку вивчення (міждисциплінарні зв'язки)	Знати сучасну теорію управління, математичне моделювання процесів і систем, надійність і діагностику приладів і систем, цифрову обробку сигналів та зображень
Що буде вивчатися	Етапи розвитку мехатронних комплексів, методи їх побудови, особливості застосування мехатронних комплексів, основні компоненти мехатронних комплексів, Їх переваги та недоліки, галузі використання, приклади використання
Чому це цікаво/треба вивчати	Мехатронні системи об'єднують механічні, електромеханічні, електронні і комп'ютерні компоненти в єдиний комплекс автоматичного керування, що дає значні переваги по точності, надійності, вартості, функціональності
Чому можна навчитися (результати навчання)	Навчитись: РН01. Створювати системи автоматизації, кіберфізичні виробництва на основі використання інтелектуальних методів управління, баз даних та баз знань, цифрових та мережових технологій, робототехнічних та інтелектуальних прецизійних мехатронних комплексів вимірювання параметрів. РН02. Створювати високонадійні системи автоматизації, інтелектуальні прецизійні мехатронні комплекси вимірювання параметрів з високим рівнем функціональної та інформаційної безпеки програмних та технічних засобів, РН03. Застосовувати спеціалізовані концептуальні знання, що включають сучасні наукові здобутки, а також критичне осмислення сучасних проблем у сфері автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій в області інтелектуальних прецизійних мехатронних комплексів вимірювання параметрів для розв'язування складних задач професійної діяльності.
Як можна користуватися набутими знаннями і уміннями (компетентності)	Набуті знання та уміння можна використовувати для формування у студентів: СК1. Здатність здійснювати автоматизацію складних технологічних об'єктів та комплексів, створювати кіберфізичні системи на основі інтелектуальних методів управління та цифрових технологій з використанням баз даних, баз знань, методів штучного інтелекту, робототехнічних та інтелектуальних прецизійних мехатронних комплексів вимірювання параметрів. СК2. Здатність проектувати та впроваджувати високонадійні системи автоматизації та їх прикладне програмне забезпечення, для реалізації функцій управління та опрацювання інформації, здійснювати захист прав інтелектуальної власності на нові проектні та інженерні рішення в області інтелектуальних прецизійних мехатронних комплексів вимірювання параметрів. СК3. Здатність застосовувати методи моделювання та оптимізації для дослідження та підвищення ефективності в області інтелектуальних прецизійних мехатронних комплексів вимірювання параметрів.
Заняття	Лекції, практичні заняття
Інформаційне забезпечення	Освітні компоненти сертифікатної програми забезпечені підручниками та навчальними посібниками у електронному вигляді,

	під час викладання використовуються платформи Кампус, Moodle, Google Classroom тощо.
Індивідуальні семестрові завдання	Не заплановано
Поточний контроль	Відповіді на практичних заняттях, виконання завдань практичних занять, експрес-контроль на лекціях, модульна контрольна робота
Семестровий контроль	Екзамен

Вимірювальні перетворювачі та виконавчі пристрої мехатронних комплексів	
Курс, семестр	1 курс, весняний семестр
Обсяг	5 кредитів ЄКТС (150 годин: ауд. - 72, СРС - 78)
Мова викладання	Українська
Кафедра	Автоматизації та систем неруйнівного контролю
Викладачі, які забезпечують викладання дисципліни	Д.т.н., професор, Безвесільна Олена Миколаївна
Вимоги до початку вивчення (міждисциплінарні зв'язки)	Знати основи фізики перетворень фізичних величин, вищу математику, програмування, електроніку, комп'ютерне моделювання процесів і систем
Що буде вивчатися	Буде вивчатися: - вимірювальні перетворювачі механічних величин в електричні та виконавчі пристрої у складі мехатронних комплексів (МК), які є основними компонентами комплексів, - переваги, недоліки, галузь використання, особливості розміщення на об'єктах вимірювання, основні матеріали, принцип дії та основні похибки вимірювання, основи розрахунку
Чому це цікаво/треба вивчати	Вимірювальні перетворювачі МК дозволяють перетворювати контрольовану величину у вихідний електричний сигнал (та електричний сигнал у механічний) для подальшого вимірювання та перетворення і є основним компонентом автоматизованих вимірювальних систем контролю та діагностики медичних, побутових, транспортних, військових, будівельних мехатронних комплексів.
Чому можна навчитися (результати навчання)	Навчитись: РН01. Створювати системи автоматизації, кіберфізичні виробництва на основі використання інтелектуальних методів управління, баз даних та баз знань, цифрових та мережових технологій, робототехнічних та інтелектуальних мехатронних комплексів та їх вимірювальних перетворювачів та виконавчих пристроїв. РН02. Створювати високонадійні системи автоматизації, мехатронні комплекси з високим рівнем функціональної та інформаційної безпеки програмних та технічних засобів, вимірювальних перетворювачів та виконавчих пристроїв. РН03. Застосовувати спеціалізовані концептуальні знання, що включають сучасні наукові здобутки, а також критичне осмислення сучасних проблем у сфері автоматизації, мехатронних комплексів та комп'ютерно-інтегрованих технологій в області вимірювальних перетворювачів та виконавчих пристроїв для розв'язування складних задач професійної діяльності.
Як можна користуватися набутими знаннями і уміннями (компетентності)	Набуті знання та уміння можна використовувати для формування: СК1. Здатність здійснювати автоматизацію складних технологічних об'єктів та комплексів, створювати кіберфізичні системи на основі інтелектуальних методів управління та цифрових технологій з використанням баз даних, баз знань, методів штучного інтелекту, робототехнічних та інтелектуальних мехатронних комплексів та їх основних компонентів - вимірювальних перетворювачів та виконавчих пристроїв; СК2. Здатність проектувати та впроваджувати високонадійні системи автоматизації та їх прикладне програмне забезпечення, для реалізації функцій управління та опрацювання інформації, здійснювати захист прав інтелектуальної власності на нові проєктні та інженерні рішення в області досліджень вимірювальних перетворювачів та виконавчих пристроїв мехатронних комплексів; СК3. Здатність застосовувати методи моделювання та оптимізації для дослідження та підвищення ефективності в області досліджень вимірювальних перетворювачів та виконавчих пристроїв мехатронних комплексів.
Заняття	Лекції, практичні заняття
Інформаційне забезпечення	Освітні компоненти сертифікатної програми забезпечені підручниками та навчальними посібниками у електронному вигляді, під час викладання використовуються платформи Кампус,

	Moodle, Google Classroom тощо.
Індивідуальні семестрові завдання	Не заплановано
Поточний контроль	Експрес-контроль на лекціях, виконання завдань практичних занять, модульна контрольна робота
Семестровий контроль	Екзамен

Спеціальні роботи мехатронних комплексів	
Курс, семестр	1 курс, весняний семестр
Обсяг	5 кредитів ЄКТС (150 годин: ауд. - 72, СРС - 78)
Мова викладання	Українська
Кафедра	Автоматизації та систем неруйнівного контролю
Викладачі, які забезпечують викладання дисципліни	Д.т.н., професор, Черепанська Ірина Юріївна
Вимоги до початку вивчення (міждисциплінарні зв'язки)	Знати сучасну теорію управління, математичне моделювання процесів і систем, надійність і діагностику приладів і систем, цифрову обробку сигналів та зображень
Що буде вивчатися	Результати системних досліджень в області створення, використання і експлуатації малогабаритних роботів і маніпуляторів, призначених для вирішення питань автоматизації систем контролю та діагностики на основі знання сучасних методів розрахунку, конструювання та проектування малогабаритних роботів.
Чому це цікаво/треба вивчати	Сьогодні різноманітні автоматизовані системи мають у своєму складі малогабаритні роботи, тому спеціалісти, що мають підготовку і досвід у галузі їх конструювання, проектування, розрахунку, використання надзвичайно необхідні у сучасному виробництві, у різних галузях науки і техніки.
Чому можна навчитися (результати навчання)	Навчитись: знати різновиди роботів, їх основні технічні показники і призначення моделей роботів, їх структуру, типові механізми та принципи побудови, можливості застосування спеціальних роботів та основи створення систем керування роботами, вміти формулювати задачі та етапи проектування, здійснювати кінематичний аналіз та формалізований опис маніпуляційної системи роботів, розв'язувати задачі динаміки роботів, обирати типові конструкції та проводити розрахунок окремих типових пристроїв роботів, застосовувати знання для обґрунтування вибору технологій та методів керування спеціальними роботами чи розробки елементів роботів.
Як можна користуватися набутими знаннями і уміннями (компетентності)	Можна придбати здатність: проводити дослідження та генерувати нові ідеї при аналізі та синтезі багатоцільових мехатронних комплексів, а також створювати новітні мехатронні системи і комплекси на основі спеціальних роботів та цифрових технологій і математичних, лінгвістичних, інтелектуальних методів керування ними.
Заняття	Лекції, практичні заняття
Інформаційне забезпечення	Освітні компоненти сертифікатної програми забезпечені підручниками та навчальними посібниками у електронному вигляді, під час викладання використовуються платформи Кампус, Moodle, Google Classroom тощо.
Індивідуальні семестрові завдання	Не заплановано
Поточний контроль	Експрес-контроль на лекціях, виконання завдань практичних занять, модульна контрольна робота
Семестровий контроль	Екзамен

Технології штучного інтелекту мехатронних комплексів контролю та діагностики	
Курс, семестр	1 курс, весняний семестр
Обсяг	4 кредити ЄКТС (120 годин: ауд. - 54, СРС - 66)
Мова викладання	Українська
Кафедра	Автоматизації та систем неруйнівного контролю
Викладачі, які забезпечують викладання дисципліни	Д.т.н., професор, Черепанська Ірина Юріївна
Вимоги до початку вивчення (міждисциплінарні зв'язки)	Знати сучасну теорію управління, математичне моделювання процесів і систем, надійність і діагностику приладів і систем, цифрову обробку сигналів та зображень
Що буде вивчатися	Елементи штучного інтелекту для мехатронних комплексів
Чому це цікаво/треба вивчати	Елементи штучного інтелекту розширюють можливості мехатронних комплексів.
Чому можна навчитися (результати навчання)	Навчитись: знати різновиди елементів штучного інтелекту та технології штучного інтелекту, принципи роботи елементів штучного інтелекту, можливості застосування елементів та технологій штучного інтелекту, основи створення систем керування мехатронними комплексами, вміти проводити їх аналіз і обґрунтовувати вибір структури, алгоритмів роботи складових елементів; мати навички та вміти обирати елементи штучного інтелекту, застосовувати елементи та технології штучного інтелекту при проектуванні мехатронних комплексів, аналізувати та синтезувати системи автоматичного керування мехатронних комплексів, застосовувати знання про основні принципи та методи вимірювання фізичних величин для обґрунтування вибору технологій штучного інтелекту чи розробки елементів штучного інтелекту у мехатронних комплексах.
Як можна користуватися набутими знаннями і уміннями (компетентності)	Необхідно придбати здатність проводити дослідження та генерувати нові ідеї при аналізі та синтезі багатоцільових мехатронних комплексів, а також створювати кіберфізичні системи на основі інтелектуальних методів управління та цифрових технологій з використанням методів штучного інтелекту та інтелектуальних мехатронних пристроїв..
Заняття	Лекції, практичні заняття
Інформаційне забезпечення	Освітні компоненти сертифікатної програми забезпечені підручниками та навчальними посібниками у електронному вигляді, під час викладання використовуються платформи Кампус, Moodle, Google Classroom тощо.
Індивідуальні семестрові завдання	Не заплановано
Поточний контроль	Експрес-контроль на лекціях, виконання завдань практичних занять, модульна контрольна робота
Семестровий контроль	Залік

Перетворювачі руху інтелектуальних мехатронних комплексів контролю та діагностики	
Курс, семестр	1 курс, весняний семестр
Обсяг	4 кредити ЄКТС (120 годин: ауд. - 54, СРС – 66)
Мова викладання	Українська
Кафедра	Автоматизації та систем неруйнівного контролю
Викладачі, які забезпечують викладання дисципліни	К.т.н., доцент, Нечай Сергій Олексійович
Вимоги до початку вивчення (міждисциплінарні зв'язки)	Знати сучасну теорію управління, математичне моделювання процесів і систем, надійність і діагностику приладів і систем, цифрову обробку сигналів та зображень
Що буде вивчатися	Гальмівні пристрої і механізми мехатронних комплексів, перетворювачі руху, направляючі.
Чому це цікаво/треба вивчати	Перетворювачі руху забезпечують передачу руху від двигуна до вихідної ланки мехатронного комплексу, призначені для перетворення одного виду руху в інший, узгодження швидкостей і моментів, що обертають двигун і вихідні ланки мехатронних комплексів.
Чому можна навчитися (результати навчання)	Навчитись: РН02. Створювати високонадійні системи автоматизації, мехатронні комплекси з високим рівнем функціональної та інформаційної безпеки програмних та технічних засобів, перетворювачів руху інтелектуальних мехатронних комплексів контролю та діагностики. РН03. Застосовувати спеціалізовані концептуальні знання, що включають сучасні наукові здобутки, а також критичне осмислення сучасних проблем у сфері автоматизації, мехатронних комплексів та комп'ютерно-інтегрованих технологій в області перетворювачів руху інтелектуальних мехатронних комплексів контролю та діагностики для розв'язування складних задач професійної діяльності.
Як можна користуватися набутими знаннями і уміннями (компетентності)	Необхідно придбати: СК1. Здатність здійснювати автоматизацію складних технологічних об'єктів та комплексів, створювати кіберфізичні системи на основі інтелектуальних методів управління та цифрових технологій з використанням баз даних, баз знань, методів штучного інтелекту, робототехнічних та інтелектуальних мехатронних комплексів та їх основних компонентів- перетворювачів руху інтелектуальних мехатронних комплексів контролю та діагностики; СК2. Здатність проектувати та впроваджувати високонадійні системи автоматизації та їх прикладне програмне забезпечення, для реалізації функцій управління та опрацювання інформації, здійснювати захист прав інтелектуальної власності на нові проектні та інженерні рішення в області досліджень перетворювачів руху інтелектуальних мехатронних комплексів контролю та діагностики.
Заняття	Лекції, практичні заняття
Інформаційне забезпечення	Освітні компоненти сертифікатної програми забезпечені підручниками та навчальними посібниками у електронному вигляді, під час викладання використовуються платформи Кампус, Moodle, Google Classroom тощо.
Індивідуальні семестрові завдання	Не заплановано
Поточний контроль	Експрес-контроль на лекціях, виконання завдань практичних занять, модульна контрольна робота
Семестровий контроль	Залік

3. СИЛАБУСИ ОСВІТНІХ КОМПОНЕНТІВ СЕРТИФІКАТНОЇ ПРОГРАМИ



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

Кафедра автоматизації та
систем неруйнівного
контролю ПБФ

Інтелектуальні прецизійні мехатронні комплекси вимірювання параметрів

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Другий (магістерський)
Галузь знань	G Інженерія, виробництво та будівництво
Спеціальність	G7 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка
Освітня програма	Комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка
Статус дисципліни	Вибіркова
Форма навчання	Очна(денна)
Рік підготовки, семестр	1 курс, весняний семестр
Обсяг дисципліни	5/150 (ауд. - 72, СРС - 78)
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Екзамен, МКР
Розклад занять	Згідно з розкладом на сайті http://rozklad.kpi.ua/
Мова викладання	Українська
Інформація про викладача	Лектор: д.т.н., професор Безвесільна Олена Миколаївна Практичні: д.т.н., професор Безвесільна Олена Миколаївна o.bezvesilna@gmail.com
Розміщення курсу	https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=7375 , https://classroom.google.com/h

Програма навчальної дисципліни

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

Необхідність вивчення навчальної дисципліни:

Забезпечення інформаційної безпеки України є надзвичайно актуальною проблемою сучасності.

При забезпеченні інформаційної безпеки особливе місце відводиться науковим дослідженням у галузі вимірювання механічних величин, подальшому ефективному розвитку та удосконаленню інформаційно – вимірювальних приладових систем (ІВС) та технологій, сучасних інтелектуальних (smart) мехатронних комплексів (СМК). Останнім часом відбувається бурхливий розвиток нових яскравих складних інформаційно-вимірювальних систем - СМК: МЕМС-акселерометрів, гексаподів, роботів (які мають безліч напрямків для використання), транспортних засобів різних типів та різного призначення (надшвидкісних потягів на електромагнітній подушці, інтелектуальних автомобілів з над можливостями, безпілотних літальних апаратів (дронів)).

Навчальна дисципліна «Інтелектуальні прецизійні мехатронні комплекси вимірювання параметрів» присвячена вивченню принципів розробки інтелектуальних прецизійних мехатронних комплексів вимірювання параметрів.

На лекційних заняттях висвітлюються питання конструкції, принципу дії, переваг та недоліків, застосування, особливостей інтелектуальних прецизійних мехатронних комплексів.

Розглядаються основні поняття та визначення СМК, основні положення СМК, застосування

СМК. На практичних заняттях вивчаються основи конструювання, ієрархія рівнів інтеграції, методологічна основа розробки, процедура проектування, етапи проектування, методи інтеграції, програма руху СМК тощо.

Знання, які отримують студенти при вивченні дисципліни, можуть використовуватися у подальшому під час проектування інтелектуальних прецизійних мехатронних комплексів вимірювання параметрів та використання їх у різних галузях науки і техніки.

Предмет навчальної дисципліни: – основні поняття та визначення СМК, ієрархія рівнів інтеграції, методологічна основа розробки, процедура проектування, етапи проектування, методи інтеграції, програма руху СМК в інтелектуальних прецизійних мехатронних комплексів вимірювання параметрів.

Метою викладання дисципліни є формування у студентів фахових (спеціальних) компетентностей (СК)

СК1. Здатність здійснювати автоматизацію складних технологічних об'єктів та комплексів, створювати кіберфізичні системи на основі інтелектуальних методів управління та цифрових технологій з використанням баз даних, баз знань, методів штучного інтелекту, робототехнічних та інтелектуальних прецизійних мехатронних комплексів вимірювання параметрів.

СК2. Здатність проектувати та впроваджувати високонадійні системи автоматизації та їх прикладне програмне забезпечення, для реалізації функцій управління та опрацювання інформації, здійснювати захист прав інтелектуальної власності на нові проектні та інженерні рішення в області інтелектуальних прецизійних мехатронних комплексів вимірювання параметрів.

СК3. Здатність застосовувати методи моделювання та оптимізації для дослідження та підвищення ефективності в області інтелектуальних прецизійних мехатронних комплексів вимірювання параметрів.

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

РН01. Створювати системи автоматизації, кіберфізичні виробництва на основі використання інтелектуальних методів управління, баз даних та баз знань, цифрових та мережевих технологій, робототехнічних та інтелектуальних прецизійних мехатронних комплексів вимірювання параметрів.

РН02. Створювати високонадійні системи автоматизації, інтелектуальні прецизійні мехатронні комплекси вимірювання параметрів з високим рівнем функціональної та інформаційної безпеки програмних та технічних засобів,

РН03. Застосовувати спеціалізовані концептуальні знання, що включають сучасні наукові здобутки, а також критичне осмислення сучасних проблем у сфері автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій в області інтелектуальних прецизійних мехатронних комплексів вимірювання параметрів для розв'язування складних задач професійної діяльності.

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

Дисципліна «Інтелектуальні прецизійні мехатронні комплекси вимірювання параметрів» базується на знаннях, здобутих студентами при вивченні таких дисциплін: вища математика, фізика, інженерна графіка, САПР. Вивчення дисципліни базується на знаннях фізичних явищ та методів, на знаннях основ теорії стандартизації, проектування та розрахунку технічних засобів автоматизації. Знання, отримані під час вивчення цієї дисципліни, можуть бути використані під час виконання випускної кваліфікаційної роботи

3. Зміст навчальної дисципліни

Розділ 1. ВСТУП. СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ СМК. АКТУАЛЬНІСТЬ ДИСЦИПЛІНИ. ІСТОРІЯ РОЗВИТКУ СМК.

Розділ 2. ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ ТА ВИЗНАЧЕННЯ СКЛАДОВИХ СМК.

Розділ 3. ЗАСТОСУВАННЯ СМК.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література

1. Безвесільна О.М. Вимірювання геометричних параметрів та параметрів руху об'єктів Прицезійні SMART механотронні комплекси вимірювання параметрів руху / Безвесільна О.М., Подчашинський Ю.О., Котляр С.С. Навчальний посібник. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 300 с.
2. Безвесільна О.М., Тимчик Г.С. Наукові дослідження в галузі автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій / Безвесільна О.М., Тимчик Г.С. Підручник. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018 – 592 с.

Допоміжна література

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

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

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

Застосовується стратегія активного і колективного навчання, яка визначається інформаційно-комунікаційною технологією, що забезпечує проблемно-дослідницький характер процесу навчання та активізацію самостійної роботи студентів (електронні презентації для лекційних занять, використання аудіо- та відеопідтримки навчальних занять тощо).

Лекції

Розділ 1. ВСТУП. СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ СМК. АКТУАЛЬНІСТЬ ДИСЦИПЛІНИ. ІСТОРІЯ РОЗВИТКУ СМК.

Лекція 1. Сфера застосування. Актуальність дисципліни. СРС[1]с.9-10

Лекція 2. Історія розвитку СМК СРС[1]с.10-13

Розділ 2. ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ ТА ВИЗНАЧЕННЯ СМК

Лекція 3. Основні положення та визначення СМК СРС[1]с.14-16

Лекція 4. Структура і принципи побудови СМК СРС[1]с.16-19

Розділ 3. ЗАСТОСУВАННЯ СМК.

Лекція 5. Загальна класифікація робіт СРС[1]с.19-21

Лекція 6. Класифікація промислових робіт СРС[1]с.21-23

Лекція 7. Робототехнічні комплекси СРС[1]с.23-28

Лекція 8. СМК у медицині СРС[1]с.28-23

Лекція 9. Периферійні пристрої комп'ютерів як мехатронні об'єкти СРС[1]с.34-35

Лекція 10 СМК у побуті СРС[1]с.34-35

Лекція 11. Транспортні СМК СРС[1]с.35-41

Лекція 12. СМК на рейковому транспорті СРС[1]с.41-45

Лекція 13. СМК в легких транспортних засобах СРС[1]с.45-47

Лекція 14. СМК на водному транспорті та авіації СРС[1]с.47-48

Лекція 15.СМК в авіації. СРС[1]с.48-49

Лекція 16. СМК транспортування і складування на виробництві СРС[1]с.49-50

Лекція 17. Транспортні роботи спеціального призначення СРС[1]с.50-59

Лекція 18. Технологічні машини-гексаподи СРС[1]с.59-63

Практичні заняття

Мета практичних занять - більш глибоке практичне вивчення дисципліни.

Задачі проведення практичних занять - набуття студентами навичок використання СМК.

№ Заняття	Назва	Год.
1	Машини гексаподи СРС: література: [1], с. 63-68	2
2	Основи конструювання СМК СРС: література: [1], с. 110-111	2
3	Ієрархія рівнів інтеграції СМК СРС: література: [1], с. 111-112	2
4	Місце інтерфейсу в СМК СРС: література: [1], с. 112-113	2
5	Суть мехатронного підходу в СМК СРС: література: [1], с. 113-115	2
6	Методологічна основа розробки СМК СРС: література: [1], с. 115-116	2
7	Процедура проектування СМК СРС: література: [1], с. 116-117	2
8	Етапи проектування СМК СРС: література: [1], с. 118-119	2
9	Методи інтеграції СМК СРС: література: [1], с. 119-120	2
10	Програма руху СМК СРС: література: [1], с. 121-122	2
11	Структурна модель мехатронного модуля СРС: література: [1], 122-123	2
12	Різновиди інтерфейсів СМК СРС: література: [1], с. 123-125	2
13	Переваги мехатронних модулів з різними двигунами СРС: література: [1], 125-126	2
14	Інтелектуальні силові перетворювачі СРС: література: [1], с. 126-127	2
15	Метод об'єднання елементів мехатронного модуля СРС: література: [1], с. 127-129	2
16	Функціональні перетворювачі мехатронного модуля СРС: література: [1], с. 129-131	2
17	Метод перенесення функціонального навантаження на інтелектуальні пристрої СРС: література: [2], с. 127-132	2
18	Метод електронної редукції СРС: література: [2], с. 133-135	2
	Всього	36

Контрольні роботи

РНП передбачено виконання модульної контрольної роботи (МКР). МКР проводиться на

практичних заняттях тривалістю 1 год на 7 і 14 тижнях.

6. Самостійна робота студента/аспіранта

	Самостійна робота	год.
1	Підготовка до лекційних занять	14
2	Підготовка до практичних занять	14
3	Підготовка до МКР	20
4	Підготовка до екзамену	30
	Всього СРС	78

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Перед студентом ставляться наступні вимоги:

- **правила відвідування занять:**
 - у режимі очного навчання заняття відбуваються в аудиторії згідно розкладу занять;
 - у режимі дистанційного навчання заняття відбуваються у вигляді онлайн-конференції у програмі Zoot - посилання на конференцію видається на початку семестру.
- **правила поведінки на заняттях:**
 - забороняється займатися будь-якою діяльністю, яка прямо не стосується предмету дисципліни або може зашкодити здоров'ю;
 - дозволяється використання засобів зв'язку лише для пошуку необхідної для виконання завдань інформації в Інтернет;
 - забороняється будь-яким чином не етична поведінка під час проведення занять.
- **правила призначення заохочувальних та штрафних балів:**
 - докладна інформація із приводу штрафних та заохочувальних балів наведена у п.8 «Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання»;
 - максимальна кількість заохочувальних та штрафних балів визначається відповідно до Положення про систему оцінювання результатів навчання в КПП ім. Ігоря Сікорського, Положення про поточний, календарний та семестровий контроль результатів навчання в КПП ім. Ігоря Сікорського, а також інших Положень та рекомендацій, які діють в КПП ім. Ігоря Сікорського.
- **політика дедлайнів та перескладань:**
 - перескладання будь-яких контрольних заходів передбачено тільки за наявності документально підтверджених вагомих причин відсутності на занятті;
 - перескладань для підвищення балів передбачено.
- **політика округлення рейтингових балів:**
 - округлення рейтингового балу відбувається до цілого числа за правилами округлення.
- **політика оцінювання контрольних заходів:**
 - оцінювання контрольних заходів відбувається відповідно до Положення про систему оцінювання результатів навчання в КПП ім. Ігоря Сікорського, Положення про поточний, календарний та семестровий контроль результатів навчання в КПП ім. Ігоря Сікорського, а також інших Положень та рекомендацій, які діють в КПП ім. Ігоря Сікорського;
 - нижня межа позитивного оцінювання кожного контрольного заходу має бути не менше 60% від балів, визначених для цього контрольного заходу;
 - негативний результат оцінюється в 0 балів.

Академічна доброчесність

Політика та принципи академічної доброчесності визначені у розділі 3 Кодексу честі КПІ ім. Ігоря Сікорського. Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

Норми етичної поведінки

Норми етичної поведінки студентів і працівників визначені у розділі 2 Кодексу честі КПІ ім. Ігоря Сікорського. Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

Оскарження результатів контрольних заходів

- У випадку незгоди із результатами контрольних заходів студенти можуть виконувати і/або захищати їх у присутності комісії, яка формується із викладачів кафедри АСНК.

Загальні рекомендації

- правила відвідування занять: відвідування всіх видів занять є обов'язковим, у випадку хвороби студент повинен пред'явити довідку;
- правила поведінки на заняттях: студенти мають бути активними, мають готувати короткі доповіді чи текст за вимогою викладача, обов'язково відключати телефони, при необхідності використовувати засоби зв'язку для пошуку інформації на гугл-диску викладача чи в інтернеті тощо;
- правила захисту індивідуальних завдань: студенти мають виконати домашню контрольну роботу (ДКР), а потім – захистити її згідно вимогам викладача;
- правила призначення заохочувальних та штрафних балів: за виконання додаткових завдань призначаються заохочувальні 1 – 5 балів, за відсутність на заняттях без поважної причини – штрафний 1 бал;
- політика дедлайнів та перескладань: перескладання відповідно до розкладу додаткової сесії;
- політика щодо академічної доброчесності: студенти виконують свої роботи відповідно до політики академічної доброчесності університету.

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

Система рейтингових балів. Рейтинг студента складається з балів, що він отримує за:

- 1) виконанні вправ на практичних заняттях;
- 2) виконання модульної контрольної роботи;

Система рейтингових (вагових) балів та критерії оцінювання:

1. Виконання вправ на практичних заняттях:

Ваговий бал – 2. Максимальна кількість балів дорівнює $2 \text{ балів} * 18 \text{ практичних занять} = 36$ бали.

Завдання виконано повністю – 2 балів.

Завдання виконано неповністю – 1-1,9 балів.

Завдання не виконано або виконано не правильно – 0-0,9 бали.

2. Модульна контрольна робота.

Ваговий бал – 14. Максимальна кількість балів: $14 \text{ балів} * 1 \text{ частина} = 14$ балів.

Питання розкриті повністю – 14 балів.

Недостатня відповідь – 10 - 13 балів.

Неповна відповідь – 7 – 9 балів.

Відповідь не вірна або відсутня – 0 - 6 бали.

3. Розрахунок шкали (R_c) рейтингу:

сума вагових балів контрольних заходів протягом семестру складає:

$$R_c = 36 + 14 = 50 \text{ балів.}$$

Екзаменаційна складова шкали дорівнює 0,5 від RD:

$$R_E = 0,5 \times R_D = 0,5 \times 100 \text{ балів} = 50 \text{ балів.}$$

Таким чином, рейтингова шкала з дисципліни складає:

$$R_D = R_C + R_E = 50 + 50 = 100 \text{ балів.}$$

Умови позитивної проміжної атестації

Для отримання «зараховано» з першої проміжної атестації (8 тижень) студент повинен набрати не менше ніж 9 балів (за умови, якщо на початок 8 тижня згідно з календарним планом контрольних заходів «Ідеальний» студент має отримати 18 балів).

Для отримання «зараховано» з другої проміжної атестації (14 тижень) студент матиме не менше ніж 16 балів (за умови, якщо на початок 14 тижня згідно з календарним планом контрольних заходів «Ідеальний» студент має отримати 32 бали).

Необхідною умовою допуску до екзамену є виконання всіх завдань на практичних заняттях, написання МКР на 7 балів, а також стартовий рейтинг (r_C) не менше 50 % від R_C , тобто 25 балів.

Екзаменаційну роботу всі студенти пишуть обов'язково.

На екзамені студенти відповідають на три теоретичні питання. Перше і друге теоретичні питання оцінюються у 15 балів кожне, а третє - 20 балів.

Система оцінювання 1-2 теоретичних питань:

Теоретичне питання розкрито повністю – 15 балів.

Теоретичне питання розкрито не повністю – 10 - 14 балів.

Теоретичне питання розкрито не достатньо – 5 - 9 балів.

Відповідь недостатня або невірна – 0 - 4 бали.

Система оцінювання 3-го теоретичного питання:

Теоретичне питання розкрито повністю – 20 балів.

Теоретичне питання розкрито не повністю – 15 - 19 балів.

Теоретичне питання розкрито не достатньо – 10 - 14 балів.

Відповідь недостатня або невірна – 0 - 9 балів.

6. Заохочувальні бали за виконання додаткових завдань із кредитного модулю – «+» від 1 до 3 заохочувальних 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

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

- перелік питань, які виносяться на семестровий контроль (наприклад, як додаток до силабусу) визначено наприкінці кожного розділу базового підручника [1] по відповідним темам, а також – є перелік контрольних питань у базовому підручнику [1] ;
- можливість зарахування сертифікатів проходження дистанційних чи онлайн курсів за відповідною тематикою буде визначатись по мірі необхідності;

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено д.т.н., професор Безвесільна Олена Миколаївна

Ухвалено кафедрою автоматизації та систем неруйнівного контролю (протокол № 17 від 21.06.2023)

Погоджено Методичною комісією приладобудівного факультету (протокол № 7/23 від 22.06.2023 року)



Вимірювальні перетворювачі та виконавчі пристрої мехатронних комплексів

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Другий (магістерський)
Галузь знань	G Інженерія, виробництво та будівництво
Спеціальність	G7 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка
Освітня програма	Комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка
Статус дисципліни	Вибіркова
Форма навчання	Очна(денна)
Рік підготовки, семестр	1 курс, весняний семестр
Обсяг дисципліни	5/150 (ауд. - 72, СРС - 78)
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Екзамен / МКР
Розклад занять	Згідно з розкладом на сайті http://rozklad.kpi.ua/
Мова викладання	Українська
Інформація про викладача	Лектор: д.т.н., професор Безвесільна Олена Миколаївна Практичні: д.т.н., професор Безвесільна Олена Миколаївна o.bezvesilna@gmail.com
Розміщення курсу	https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=7374 , https://classroom.google.com/h

Програма навчальної дисципліни

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

Предмет дисципліни – вимірювальні перетворювачі та виконавчі пристрої мехатронних комплексів (ВПВПК), які використовують в інтелектуальних мехатронних приладових комплексах різного призначення.

Метою викладання дисципліни є формування у студентів фахових (спеціальних) компетентностей (СК)

СК1. Здатність здійснювати автоматизацію складних технологічних об'єктів та комплексів, створювати кіберфізичні системи на основі інтелектуальних методів управління та цифрових технологій з використанням баз даних, баз знань, методів штучного інтелекту, робототехнічних та інтелектуальних мехатронних комплексів та їх основних крмпонентів- вимірювальних перетворювачів та виконавчих пристроїв;

СК2. Здатність проектувати та впроваджувати високонадійні системи автоматизації та їх прикладне програмне забезпечення, для реалізації функцій управління та опрацювання інформації, здійснювати захист прав інтелектуальної власності на нові проектні та інженерні рішення в області досліджень вимірювальних перетворювачів та виконавчих пристроїв мехатронних комплексів;

СК3. Здатність застосовувати методи моделювання та оптимізації для дослідження та підвищення ефективності в області досліджень вимірювальних перетворювачів та виконавчих пристроїв мехатронних комплексів;

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

РН01. Створювати системи автоматизації, кіберфізичні виробництва на основі використання інтелектуальних методів управління, баз даних та баз знань, цифрових та мережових технологій, робототехнічних та інтелектуальних мехатронних комплексів та їх вимірювальних перетворювачів та виконавчих пристроїв.

РН02. Створювати високонадійні системи автоматизації, мехатронні комплекси з високим рівнем функціональної та інформаційної безпеки програмних та технічних засобів, вимірювальних перетворювачів та виконавчих пристроїв.

РН03. Застосовувати спеціалізовані концептуальні знання, що включають сучасні наукові здобутки, а також критичне осмислення сучасних проблем у сфері автоматизації, мехатронних комплексів та комп'ютерно-інтегрованих технологій в області вимірювальних перетворювачів та виконавчих пристроїв для розв'язування складних задач професійної діяльності.

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

Дисципліна «Вимірювальні перетворювачі та виконавчі пристрої мехатронних комплексів» базується на знаннях, здобутих студентами при вивченні основ фізики перетворень фізичних величин, вищої математики, програмування, електроніки, комп'ютерного моделювання процесів і систем

. Знання, отримані під час вивчення цієї дисципліни, можуть бути використані при виконанні магістерської дисертації.

3. Зміст навчальної дисципліни

РОЗДІЛ 1. МЕТА І ЗАДАЧІ ДИСЦИПЛІНИ. КЛАСИФІКАЦІЯ ВИМІРЮВАЛЬНИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ ТА ВИКОНАВЧИХ ПРИСТРОЇВ МЕХАТРОННИХ КОМПЛЕКСІВ

РОЗДІЛ 2. ДАТЧИКИ ПОЛОЖЕННЯ МЕХАТРОННИХ КОМПЛЕКСІВ

РОЗДІЛ 3. ДАТЧИКИ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ МЕХАТРОННИХ КОМПЛЕКСІВ

РОЗДІЛ 4. ВИКОНАВЧІ ПРИСТРОЇ МЕХАТРОННИХ КОМПЛЕКСІВ

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література:

1. Безвесільна О.М. Перетворювачі фізичних величин (Технічні засоби автоматизації): Підручник. – Київ, 2019.-809с.
2. Безвесільна О.М., Тимчик Г.С. Технологічні вимірювання та прилади / Безвесільна О.М., Тимчик Г.С. Підручник з грифом МОНУ. – НПО «Пріоритети»: К., 2012. –812 с.

Додаткова література:

3. Безвесільна О.М., Коробійчук І.В., Тимчик Г.С. Електричний привод / Підручник з грифом МОНУ. - НПО «Пріоритети»: К., 2015 – 452 с.
4. Безвесільна О.М., Черепанська І.Ю., Сазонов А.Ю., Хильченко Т.В. Штучні нейронні мережі при вирішенні задач у технологічних вимірюваннях, приладобудуванні та проектуванні гнучких виробничих систем .- НПО «Пріоритети»: К., 2016. – 218 с.
5. Безвесільна О.М. Елементи і пристрої автоматики та систем управління: Підручник з грифом МОНУ. – НПО «Пріоритети»: К., 2008. –704 с.
6. Безвесільна О.М., Киричук Ю.В., Назаренко Н.М. Перетворювачі механічних величин в електричні. Навч. посібн. з грифом КПП Київ: електронне мережеве навчальне видання, 2022. Гриф надано Методичною радою КПП ім. Ігоря Сікорського К. 2021. – 156 с. Доступ: https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/55864/1/Peretvoriuvachi_mekhanichnykh_velychn_v_elektrychni.pdf
7. Безвесільна О.М., Толочко Т.О. Елементи і пристрої автоматики та систем управління. Навч. посібн. з грифом КПП Київ: електронне мережеве навчальне видання, 2023. Гриф надано Методичною радою КПП ім. Ігоря Сікорського (протокол №6 від 30.03.2023 р.) К.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни(освітнього компонента)

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

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

Лекції

Дидактичне забезпечення лекцій та перелік тем

Підготовлено комп'ютерні презентації матеріалів до кожної лекції та плакати у паперовому вигляді.

РОЗДІЛ 1. МЕТА І ЗАДАЧІ ДИСЦИПЛІНИ. КЛАСИФІКАЦІЯ ВИМІРЮВАЛЬНИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ ТА ВИКОНАВЧИХ ПРИСТРОЇВ МЕХАТРОННИХ КОМПЛЕКСІВ (ВПВПМК)

Лекція 1. Застосування ВПВПМК. Мета і задачі дисципліни. Класифікація ВПВПМК. СРС [1], с. 11-18.

Лекція 2. Загальні положення та визначення ВПВПМК. Рівняння ВПВПМК та основні характеристики. СРС [1], с.19-29.

РОЗДІЛ 2. ДАТЧИКИ ПОЛОЖЕННЯ МЕХАТРОННИХ КОМПЛЕКСІВ

Лекція 3. Лінійні потенціометричні перетворювачі ВПВПМК. Нові типи, конструкції, схеми ввімкнення. Функціональні потенціометричні перетворювачі ВПВПМК. СРС [1], с.30 -72.

Лекція 4. Тензометричні перетворювачі ВПВПМК. Різновиди, основні техніко-метрологічні характеристики, способи ввімкнення, розміщення ТП на об'єкті. СРС [1], с.74-97.

Лекція 5. Перетворювачі контактного опору ВПВПМК. Загальна характеристика, приклади практичного застосування. СРС [1], с.98 -104.

РОЗДІЛ 3. ДАТЧИКИ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ МЕХАТРОННИХ КОМПЛЕКСІВ

Лекція 6. Ємнісні МЕМС перетворювачі ВПВПМК. Загальна характеристика, основні конструктивні різновиди, основні схеми ввімкнення, приклади практичного застосування. СРС [1], с.105 -116.

Лекція 7. Індуктивні перетворювачі ВПВПМК. Різновиди, застосування, переваги та недоліки, основи розрахунку. СРС [1], с.118 -127.

Лекція 8. Трансформаторні перетворювачі ВПВПМК. Різновиди, застосування, переваги та недоліки, основи розрахунку. СРС [1], с.128 -144.

Лекція 9. П'єзоелектричні перетворювачі ВПВПМК. Загальна характеристика п'єзоелектричних перетворювачів, принцип дії п'єзоелектричних перетворювачів, особливості роботи, приклади практичного застосування п'єзоперетворювачів
СРС [1], с.146 -158.

Лекція 10. Механотронні перетворювачі ВПВПМК. Загальна характеристика, механотронний перетворювач з поздовжнім переміщенням анода відносно катода, вимірювальні схеми, приклади практичного застосування.
СРС [1], с.160 -170.

Лекція 11. Зворотні магнітоелектричні, електромагнітні, електро- та феродинамічні, індукційні перетворювачі ВПВПМК. Різновиди, застосування, переваги та недоліки, основи розрахунку.
СРС [1], с.171 -201.

РОЗДІЛ 4. ВИКОНАВЧІ ПРИСТРОЇ МЕХАТРОННИХ КОМПЛЕКСІВ

Лекція 12. . Класифікація мікро машин ВПВПМК. Класифікація мікро двигунів ВПВПМК.
СРС [1], с.202 -205.

Лекція 13. Асинхронні мікро машини ВПВПМК. Загальна характеристика, однофазний та двофазний двигуни, характеристики, рівняння руху.
СРС [1], с.208 -217.

Лекція 14. Асинхронні тахогенератори ВПВПМК. Загальна характеристика, принципова схема, передатна функція.
СРС [1], с.218 -221.

Лекція 15. Обертові трансформатори ВПВПМК. Синусно-косинусний та лінійний обертові трансформатори, схеми первинного, вторинного та змішаного симетрування
СРС [1], с.221 -225.

Лекція 16. Сельсини ВПВПМК в індикаторному, трансформаторному режимах, в режимі алгебраїчного підсумовування, класи точності, характеристики, передатні функції. Авіаційний плоский сельсин.
СРС [1], с.226 -233.

Лекція 17. Синхронні мікро машини ВПВПМК. Реактивний, гістерезисний двигуни, індукторні машини, характеристики, крокові двигуни.
СРС [1], с.234 -247.

Лекція 18. Мікро машини постійного струму ВПВПМК. Різновиди, схеми включення, режими управління, якірне та полюсне, характеристики, передатні функції.
СРС [1], с.248 -256.

Практичні заняття

Мета практичних занять - більш глибоке практичне вивчення дисципліни.

Задачі проведення практичних занять - набуття студентами навичок використання вимірювальних перетворювачів та виконавчих пристроїв СМК.

1. Розрахунок лінійного потенціометричного перетворювача (ЛПП) ВПВПМК. СРС [1, с. 52-56].
2. Розрахунок функціонального потенціометричного перетворювача (ФПП) ВПВПМК. СРС [1, с. 57-65].
3. Розрахунок тензометричного перетворювача (ТП) ВПВПМК. СРС [1, с. 92-97].

4. Розрахунок ємнісного перетворювача (ЄП) ВПВПК. СРС [1, с. 112-115].
5. Розрахунок п'єзоперетворювача (ПСП) ВПВПК. СРС [1, с. 154-158].
6. Розрахунок індуктивного перетворювача ВПВПК. СРС (ІП) [1, с. 120-124].
7. Розрахунок трансформаторного перетворювача (ТрП) ВПВПК. СРС [1, с. 128-133].
8. Розрахунки мехатронного перетворювача ВПВПК. СРС [1, с. 161-166].
9. Розрахунки магнітних провідностей повітряних ділянок магнітного кола. ВПВПК. СРС [1, с. 136-144].
10. Основні розрахунки магнітопружних перетворювачів. СРС [1, с. 493-502].
11. Розрахунок перетворювачів з постійними магнітами. СРС [1, с. 281-283].
12. Розрахунок стабільності постійних магнітів. СРС [1, с. 283-285].
13. Розрахунок постійних магнітів при намагнічуванні та розмагнічуванні. [1, с. 285-286].
14. Розрахунок магнітних систем методом відношень. СРС [1, с. 286-289].
15. Розрахунок провідності магнітної системи. СРС [1, с. 289-294].
16. Розрахунок магнітної системи методом послідовного підсумовування. [1, с. 294-296].
17. Практичне застосування перетворювачів з постійними магнітами. [1, с. 281-296].
18. Розрахунок магнітокерованих контактів. [1, с. 282-284].

Контрольні роботи

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

6. Самостійна робота студента

	Самостійна робота	год.
1	Підготовка до лекційних занять	14
2	Підготовка до практичних занять	14
3	Підготовка до МКР	20
4	Підготовка до екзамену	30
	Всього СРС	78

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Перед студентом ставляться наступні вимоги:

- **правила відвідування занять:**
 - у режимі очного навчання заняття відбуваються в аудиторії згідно розкладу занять;
 - у режимі дистанційного навчання заняття відбуваються у вигляді онлайн-конференції у програмі Zoot - посилання на конференцію видається на початку семестру.
- **правила поведінки на заняттях:**
 - забороняється займатися будь-якою діяльністю, яка прямо не стосується предмету дисципліни або може зашкодити здоров'ю;
 - дозволяється використання засобів зв'язку лише для пошуку необхідної для виконання завдань інформації в Інтернет;
 - забороняється будь-яким чином не етична поведінка під час проведення занять.
- **правила призначення заохочувальних та штрафних балів:**
 - докладна інформація із приводу штрафних та заохочувальних балів наведена у п.8 «Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання»;
 - максимальна кількість заохочувальних та штрафних балів визначається відповідно до Положення про систему оцінювання результатів навчання в КПП ім. Ігоря Сікорського, Положення про поточний, календарний та семестровий контролю результатів навчання в КПП ім. Ігоря Сікорського, а також інших Положень та рекомендацій, які діють в КПП ім. Ігоря Сікорського.

- **політика дедлайнів та перескладань:**
 - перескладання будь-яких контрольних заходів передбачено тільки за наявності документально підтверджених вагомих причин відсутності на занятті;
 - перескладань для підвищення балів передбачено.
- **політика округлення рейтингових балів:**
 - округлення рейтингового балу відбувається до цілого числа за правилами округлення.
- **політика оцінювання контрольних заходів:**
 - оцінювання контрольних заходів відбувається відповідно до Положення про систему оцінювання результатів навчання в КПП ім. Ігоря Сікорського, Положення про поточний, календарний та семестровий контроль результатів навчання в КПП ім. Ігоря Сікорського, а також інших Положень та рекомендацій, які діють в КПП ім. Ігоря Сікорського;
 - нижня межа позитивного оцінювання кожного контрольного заходу має бути не менше 60% від балів, визначених для цього контрольного заходу;
 - негативний результат оцінюється в 0 балів.

Академічна доброчесність

Політика та принципи академічної доброчесності визначені у розділі 3 Кодексу честі КПП ім. Ігоря Сікорського. Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

Норми етичної поведінки

Норми етичної поведінки студентів і працівників визначені у розділі 2 Кодексу честі КПП ім. Ігоря Сікорського. Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

Оскарження результатів контрольних заходів

- У випадку незгоди із результатами контрольних заходів студенти можуть виконувати і/або захищати їх у присутності комісії, яка формується із викладачів кафедри АСНК.

Загальні рекомендації

- правила відвідування занять: відвідування всіх видів занять є обов'язковим, у випадку хвороби студент повинен пред'явити довідку;
- правила поведінки на заняттях: студенти мають бути активними, мають готувати короткі доповіді чи текст за вимогою викладача, обов'язково відключати телефони, при необхідності використовувати засоби зв'язку для пошуку інформації на гугл-диску викладача чи в інтернеті тощо;
- правила захисту індивідуальних завдань: студенти мають виконати домашню контрольну роботу (ДКР), а потім – захистити її згідно вимогам викладача;
- правила призначення заохочувальних та штрафних балів: за виконання додаткових завдань призначаються заохочувальні 1 – 5 балів, за відсутність на заняттях без поважної причини – штрафний 1 бал;
- політика дедлайнів та перескладань: перескладання відповідно до розкладу додаткової сесії;
- політика щодо академічної доброчесності: студенти виконують свої роботи відповідно до політики академічної доброчесності університету.

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

Система рейтингових балів. Рейтинг студента складається з балів, що він отримує за:

- 1) виконанні вправ на практичних заняттях;
 - 2) виконання модульної контрольної роботи;
- Система рейтингових (вагових) балів та критерії оцінювання:

1. Виконання вправ на практичних заняттях:

Ваговий бал – 2. Максимальна кількість балів дорівнює 2 балів * 18 практичних занять = 36 балів.

Завдання виконано повністю – 2 балів.

Завдання виконано неповністю – 1-1,9 балів.

Завдання не виконано або виконано не правильно – 0-0,9 балів.

2. Модульна контрольна робота.

Ваговий бал – 14. Максимальна кількість балів: 14 балів * 1 частина = 14 балів.

Питання розкриті повністю – 14 балів.

Недостатня відповідь – 10 - 13 балів.

Неповна відповідь – 7 – 9 балів.

Відповідь не вірна або відсутня – 0 - 6 балів.

3. Розрахунок шкали (R_c) рейтингу:

сума вагових балів контрольних заходів протягом семестру складає:

$$R_c = 36 + 14 = 50 \text{ балів.}$$

Екзаменаційна складова шкали дорівнює 0,5 від RD:

$$R_E = 0,5 \times RD = 0,5 \times 100 \text{ балів} = 50 \text{ балів.}$$

Таким чином, рейтингова шкала з дисципліни складає:

$$RD = R_c + R_E = 50 + 50 = 100 \text{ балів.}$$

Умови позитивної проміжної атестації

Для отримання «зараховано» з першої проміжної атестації (8 тижень) студент повинен набрати не менше ніж 9 балів (за умови, якщо на початок 8 тижня згідно з календарним планом контрольних заходів «Ідеальний» студент має отримати 18 балів).

Для отримання «зараховано» з другої проміжної атестації (14 тижень) студент матиме не менше ніж 16 балів (за умови, якщо на початок 14 тижня згідно з календарним планом контрольних заходів «Ідеальний» студент має отримати 32 бали).

Необхідною умовою допуску до екзамену є виконання всіх завдань на практичних заняттях, написання МКР на 7 балів, а також стартовий рейтинг (r_c) не менше 50 % від R_c , тобто 25 балів.

Екзаменаційну роботу всі студенти пишуть обов'язково.

На екзамені студенти відповідають на три теоретичні питання. Перше і друге теоретичні питання оцінюються у 15 балів кожне, а третє - 20 балів.

Система оцінювання 1-2 теоретичних питань:

Теоретичне питання розкрито повністю – 15 балів.

Теоретичне питання розкрито не повністю – 10 - 14 балів.

Теоретичне питання розкрито не достатньо – 5 - 9 балів.

Відповідь недостатня або невірна – 0 - 4 бали.

Система оцінювання 3-го теоретичного питання:

Теоретичне питання розкрито повністю – 20 балів.

Теоретичне питання розкрито не повністю – 15 - 19 балів.

Теоретичне питання розкрито не достатньо – 10 - 14 балів.

Відповідь недостатня або невірна – 0 - 9 балів.

6. Заохочувальні бали за виконання додаткових завдань із кредитного модулю – «+» від 1 до 3 заохочувальних 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

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

- перелік питань, які виносяться на семестровий контроль (наприклад, як додаток до силабусу) визначено наприкінці кожного розділу базового підручника [1] по відповідним темам, а також –є перелік контрольних питань у базовому підручнику [1] ;
- можливість зарахування сертифікатів проходження дистанційних чи онлайн курсів за відповідною тематикою буде визначатись по мірі необхідності;

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено д.т.н., професор Безвесільна Олена Миколаївна

Ухвалено кафедрою автоматизації та систем неруйнівного контролю (протокол № 17 від 21.06.2023)

Погоджено Методичною комісією приладобудівного факультету (протокол № 7/23 від 22.06.2023 року)



СПЕЦІАЛЬНІ РОБОТИ МЕХАТРОННИХ КОМПЛЕКСІВ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Другий (магістерський)</i>
Галузь знань	<i>G Інженерія, виробництво та будівництво</i>
Спеціальність	<i>G7 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка</i>
Освітня програма	<i>Комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка</i>
Статус дисципліни	<i>вибіркова</i>
Форма навчання	<i>очна (денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>1 курс, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>5 кр. / 150 год (ауд. - 72, СРС - 78)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Екзамен, МКР</i>
Розклад занять	<i>Згідно з розкладом на сайті http://rozklad.kpi.ua/, schedule.kpi.ua</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектори: д.т.н., проф. Черепанська Ірина Юріївна, cherepanskairina@gmail.com Практ.: д.т.н., проф. Черепанська Ірина Юріївна, cherepanskairina@gmail.com
Розміщення курсу	https://classroom.google.com/h

Програма навчальної дисципліни

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

Дисципліна «Спеціальні роботи мехатронних комплексів» є вибірковою дисципліною циклу професійної підготовки ОР «Магістр». Дана дисципліна необхідна для підготовки студента до створення, вдосконалення, модернізації, експлуатації та супроводження спеціальних робіт, зокрема промислових, колаборативних та біоподібних, як якісно нових мехатронних систем з інтелектуальним керуванням та функціональними рухами.

Спеціальні роботи мехатронних комплексів – це новітні синергетичні системи, для керування якими використовують математичні і лінгвістичні методи, технології штучного інтелекту та обчислювальну техніку.

У результаті вивчення курсу студент повинен знати будову, принципи роботи і проектування таких спеціальних робіт мехатронних комплексів, як промислові, колаборативні та біоподібні роботи, вміти їх обирати і використовувати, створювати на їх основі інноваційні багатоцільові мехатронні комплекси.

Метою дисципліни є формування у студентів здатностей:

- здатність проводити дослідження та генерувати нові ідеї при аналізі та синтезі багатоцільових мехатронних комплексів, а також створювати новітні

мехатронні системи і комплекси на основі спеціальних роботів та цифрових технологій і математичних, лінгвістичних, інтелектуальних методів керування ними.

Основні завдання дисципліни.

Після засвоєння дисципліни студенти мають продемонструвати такі результати навчання: знати різновиди роботів, їх основні технічні показники і призначення моделей роботів, їх структуру, типові механізми та принципи побудови, можливості застосування спеціальних роботів та основи створення систем керування роботами, вміти формулювати задачі та етапи проектування, здійснювати кінематичний аналіз та формалізований опис маніпуляційної системи роботів, розв'язувати задачі динаміки роботів, обирати типові конструкції та проводити розрахунок окремих типових пристроїв роботів, застосовувати знання для обґрунтування вибору технологій та методів керування спеціальними роботами чи розробки елементів роботів.

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

Дисципліна «Спеціальні роботи мехатронних комплексів» базується на знаннях, здобутих студентами при вивченні основ фізики перетворень фізичних величин, вищої математики, програмування, електроніки, комп'ютерного моделювання процесів і систем. Знання, отримані під час вивчення цієї дисципліни, можуть бути використані при виконанні магістерської дисертації.

Зміст навчальної дисципліни

Розділ 1. Структура і склад функціональних систем роботів мехатронних комплексів

1.1. Основні поняття та визначення.

1.2. Класифікація роботів мехатронних комплексів.

1.3. Основні технічні показники і позначення моделей промислових, колаборативних і біоподібних роботів

1.4. Структура промислових, колаборативних і біоподібних роботів

1.5. Принципи побудови промислових, колаборативних і біоподібних роботів

1.6. Формулювання задач і етапи проектування роботів

Розділ 2. Механіка робота. Маніпуляційні системи промислових роботів

2.1. Кінематичний аналіз маніпуляційної системи

2.2. Задачі кінематики маніпуляційної системи промислового робота

2.3. Динаміка маніпуляційної системи

Розділ 3. Типові механізми маніпуляційної системи промислових роботів

3.1. Класифікація типових механізмів

3.2. Кульковий передавальний механізм

3.3. Передача "гвинт - гайка кочення"

3.4. Черв'ячна передача

3.5. Хвильові механічні передачі

3.6. Демпферні (гальмівні) передачі

3.7. З'єднувальні механізми

3.8. Напрямні та опори кочення

3.9. Зрівноважувальні механізми

3.10. Виконавчі механізми

Розділ 4. Технологічна система роботів

- 4.1. Класифікація технологічних модулів промислових роботів
- 4.2. Типові конструкції та основи розрахунку захватних пристроїв
- 4.3. Змінні захватні пристрої
- 4.4. Складально-захватні пристрої

Розділ 5. Системи очутливлення та числового-програмного керування роботами

- 5.1. Системи очутливлення роботів
- 5.2. Програмні продукти роботизації. Структура, властивості, можливості, особливості функціонування програмних середовищ ROS, RoboDC, RobotStudio.
- 5.3. Програмна точнісна атестація робочих зон промислових роботів

Навчальні матеріали та ресурси

Базова

1. Жученко А.І., Черепанська І.Ю., Сазонов А.Ю., Ковалюк Д.О. Технології штучного інтелекту та основи машинного зору в автоматизації: теорія і практика: підручник під грифом "КПІ ім. Ігоря Сікорського" Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019 – 386 с.
2. Планування, моделювання та верифікація процесів в гнучких виробничих системах: практикум. Навчально-методичний посібник до виконання практичних, лабораторних і самостійних занять студентів спеціальності 7.05020201, 8.05020201 "Автоматизоване управління технологічними процесами" всіх форм навчання / І. Ю. Черепанська, В. А. Кирилович, А. Ю. Сазонов, Б. Б. Самотокін / [під. заг. ред. В. А. Кириловича] – Житомир, ЖДТУ 2015. – 274 с.
3. Гнучкі комп'ютеризовані системи: проектування, моделювання і управління: Підручник / Л.С. Ямпольський, П.П. Мельничук, Б.Б. Самотокін, М.М. Поліщук, М.М. Ткач, К.Б. Остапченко, О.І. Лісовіченко. – Житомир: ЖДТУ, 2005. – 680 с.

Допоміжна

4. Черепанська І.Ю., Безвесільна О. М., Сазонов А. Ю. Штучні нейронні мережі для вирішення задач технологічної підготовки гнучкого виробництва: монографія. – Київ: "КПІ ім. Ігоря Сікорського", 2018. – 192 с.
5. Кирилович В.А., Кравчук А.Р., Дімітров Л.В., за редакцією В.А. Кириловича. Робототехніка та мехатроніка. Лабораторний практикум: навчальний посібник для виконання лабораторних робіт з курсу «Робототехніка та мехатроніка» для студентів всіх форм навчання спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології». – Житомир: Електронне видання, 2021. – 110 с
6. Кирилович В.А., Кравчук А.Р. Трирівневий підхід до початкових етапів проектування колаборативних роботизованих технологій. Науковий журнал Вісник Хмельницького національного університету Серія: «Технічні науки», №4, 2023. С. 188-195

Навчальний контент

Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Основні форми навчання – лекції, практичні заняття (комп'ютерні практикуми) та самостійна робота студентів. Самостійна робота студентів передбачає закріплення знань за матеріалами лекцій та їх поглиблення, виконання завдань з практичних робіт згідно індивідуального варіанту, самостійне вивчення окремих питань за рекомендованими навчально-методичними матеріалами.

На лекціях студентам викладаються теоретичні основи дисципліни.

Лекційні заняття:

1. Вступ. Історичний експурс щодо розвитку робототехніки та мехатроніки. Роль робототехніки у сучасному світі. Основні поняття та визначення
2. Класифікація робіт мехатронних комплексів.

3. Види технологій штучного інтелекту, інструментарій та особливості застосування в мехатронних комплексах.
4. Структура промислових, колаборативних і біоподібних роботів. Принципи побудови промислових, колаборативних і біоподібних роботів
5. Формулювання задач і етапи проектування роботів. Кінематичний аналіз маніпуляційної системи. Задачі кінематики маніпуляційної системи промислового робота
6. Динаміка маніпуляційної системи
7. Класифікація типових механізмів. Кульковий передавальний механізм. Передача “гвинт - гайка кочення”. Черв’ячна передача. Хвильові механічні передачі. Демпферні (гальмівні) передачі
8. З’єднувальні механізми
9. Напрямні та опори кочення
10. Зрівноважувальні механізми
11. Виконавчі механізми
12. Класифікація технологічних модулів промислових роботів
13. Типові конструкції та основи розрахунку захватних пристроїв. Змінні захватні пристрої. Складально-захватні пристрої.
14. Системи очутливлення роботів
15. Програмні продукти роботизації. Структура, властивості, можливості, особливості функціонування програмних середовищ ROS, RoboDC, RobotStudio.
16. Програмна точісна атестація робочих зон промислових роботів

Практичні заняття:

- Практичне заняття № 1. Основи програмування робота Braccio в середовищі Arduino IDE (6 години)
- Практичне заняття № 2. Сортування технологічних об’єктів за кольором за допомогою робота Braccio та програмного середовища Arduino IDE (4 годин)
- Практичне заняття № 3. Знайомство з можливостями програмного середовища RoboDC (4 години)
- Практичне заняття № 4. Основи програмування роботів в програмному середовищі RoboDC (6 годин)
- Практичне заняття № 5. Сортування технологічних об’єктів за допомогою інтелектуальних технологій (6 години)
- Практичне заняття № 6. Пошук оптимальної траєкторії руху промислового робота у гнучкій виробничій системі при обслуговуванні технологічного обладнання методами генетичних обчислень алгоритмів (4 години)

Самостійна робота студента

Самостійна робота студентів передбачає закріплення знань за матеріалами лекцій та їх поглиблення, виконання модульної контрольної роботи згідно індивідуального завдання, самостійне вивчення окремих питань за рекомендованими навчально-методичними матеріалами. Також питання, що виносяться на самостійне опрацювання вказані в описі лекційних та практичних занять.

На самостійну роботу студентів виділяється 48 годин, з яких 30 годин – на підготовку до заліку і 18 годин – вивчення та опрацювання лекційного матеріалу, виконання практичних завдань (комп’ютерних практикумів) згідно власного варіанту відповідно до структури дисципліни.

Політика та контроль

Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Перед студентом ставляться наступні вимоги:

- **правила відвідування занять:**
 - у режимі очного навчання заняття відбуваються в аудиторії згідно розкладу занять;
 - у режимі дистанційного навчання заняття відбуваються у вигляді онлайн-конференції у програмі Zoom - посилання на конференцію видається на початку семестру.
- **правила поведінки на заняттях:**
 - забороняється займатися будь-якою діяльністю, яка прямо не стосується предмету дисципліни або може зашкодити здоров'ю;
 - дозволяється використання засобів зв'язку лише для пошуку необхідної для виконання завдань інформації в Інтернет;
 - забороняється будь-яким чином не етична поведінка під час проведення занять.
- **правила призначення заохочувальних та штрафних балів:**
 - докладна інформація із приводу штрафних та заохочувальних балів наведена у п.8 «Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання»;
 - максимальна кількість заохочувальних та штрафних балів визначається відповідно до Положення про систему оцінювання результатів навчання в КПП ім. Ігоря Сікорського, Положення про поточний, календарний та семестровий контроль результатів навчання в КПП ім. Ігоря Сікорського, а також інших Положень та рекомендацій, які діють в КПП ім. Ігоря Сікорського.
- **політика дедлайнів та перескладань:**
 - перескладання будь-яких контрольних заходів передбачено тільки за наявності документально підтверджених вагомих причин відсутності на занятті;
 - перескладань для підвищення балів передбачено.
- **політика округлення рейтингових балів:**
 - округлення рейтингового балу відбувається до цілого числа за правилами округлення.
- **політика оцінювання контрольних заходів:**
 - оцінювання контрольних заходів відбувається відповідно до Положення про систему оцінювання результатів навчання в КПП ім. Ігоря Сікорського, Положення про поточний, календарний та семестровий контроль результатів навчання в КПП ім. Ігоря Сікорського, а також інших Положень та рекомендацій, які діють в КПП ім. Ігоря Сікорського;
 - нижня межа позитивного оцінювання кожного контрольного заходу має бути не менше 60% від балів, визначених для цього контрольного заходу;
 - негативний результат оцінюється в 0 балів.

Академічна доброчесність

Політика та принципи академічної доброчесності визначені у розділі 3 Кодексу честі КПП ім. Ігоря Сікорського. Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

Норми етичної поведінки

Норми етичної поведінки студентів і працівників визначені у розділі 2 Кодексу честі КПП ім. Ігоря Сікорського. Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

Оскарження результатів контрольних заходів

- У випадку незгоди із результатами контрольних заходів студенти можуть виконувати і/або захищати їх у присутності комісії, яка формується із викладачів кафедри АСНК.

Загальні рекомендації

- *правила відвідування занять: відвідування всіх видів занять є обов'язковим, у випадку хвороби студент повинен пред'явити довідку;*
- *правила поведінки на заняттях: студенти мають бути активними, мають готувати короткі доповіді чи текст за вимогою викладача, обов'язково відключати телефони, при необхідності використовувати засоби зв'язку для пошуку інформації на гугл-диску викладача чи в інтернеті тощо;*
- *правила захисту індивідуальних завдань: студенти мають виконати домашню контрольну роботу (ДКР), а потім – захистити її згідно вимогам викладача;*
- *правила призначення заохочувальних та штрафних балів: за виконання додаткових завдань призначаються заохочувальні 1 – 5 балів, за відсутність на заняттях без поважної причини – штрафний 1 бал;*
- *політика дедлайнів та перескладань: перескладання відповідно до розкладу додаткової сесії;*
- *політика щодо академічної доброчесності: студенти виконують свої роботи відповідно до політики академічної доброчесності університету.*

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

Система рейтингових балів. Рейтинг студента складається з балів, що він отримує за:

- 1) виконанні вправ на практичних заняттях;
- 2) виконання модульної контрольної роботи;

Система рейтингових (вагових) балів та критерії оцінювання:

1. Виконання вправ на практичних заняттях:

*Ваговий бал – 9. Максимальна кількість балів дорівнює 9 балів * 6 практичних занять = 54бали.*

Розподіл балів наступний:

• *всебічне глибоке опрацювання теми на основі аналізу широкого кола інформаційних джерел (не менше 95% потрібної інформації), наявна самостійність суджень, правильність розрахунків та представлених результатів, повнота та аргументованість висновків. У цілому завдання роботи виконано вірно і вчасно – 9-8 балів;*

• *повне виконання завдання, наявність незначних помилок в розрахунках або у висновках, але за умови достатньої повноти (не менше 75% потрібної інформації), всебічності та самостійності опрацювання теми і виконання завдання у встановлені терміни – 8-7 балу;*

• *неповне виконання завдання з помилками (без втрати цінності виконаної роботи), текст і цифрові дані роботи свідчать про те, що студент сумлінно ознайомився і пропрацював основні джерела, без залучення яких робота взагалі не могла б бути виконана, і зміст теми, розкрив в основному правильно (не менше 60% потрібної інформації) – 6 балів;*

• *завдання не виконано або виконано із численними та грубими помилками (виконано вірно менше 60% завдання), або виконана не самостійно – 0 балів;*

• *штрафні бали за порушення дедлайнів – 1 бал.*

2. Модульна контрольна робота.

Модульна контрольна робота оцінюється у 6 балів. Розподіл балів наступний:

• *правильність розрахунків та представлених результатів, повнота та аргументованість висновків. У цілому завдання виконано вірно і вчасно – 6 балів;*

• *хід аналізу даних в цілому вірний, проте наявні незначні помилки – 5 балів;*

• *хід аналізу даних в цілому вірний, проте наявні помилки, що не дають змоги одержати вірну відповідь – 4 балів;*

• *завдання виконано в цілому неправильно, або не самостійно, або не виконувалось – 0 балів.*

3. Розрахунок шкали (R_c) рейтингу:

сума вагових балів контрольних заходів протягом семестру складає:

$$R_c = 54 + 6 = 60 \text{ балів.}$$

Екзаменаційна складова шкали дорівнює 0,4 від RD:

$$R_E = 0,5 \times RD = 0,4 \times 100 \text{ балів} = 40 \text{ балів.}$$

Таким чином, рейтингова шкала з дисципліни складає:

$$RD = R_c + R_E = 60 + 40 = 100 \text{ балів.}$$

Умови позитивної проміжної атестації

Для отримання «зараховано» з першої проміжної атестації (8 тижень) студент повинен набрати не менше ніж 9 балів (за умови, якщо на початок 8 тижня згідно з календарним планом контрольних заходів «Ідеальний» студент має отримати 18 балів).

Для отримання «зараховано» з другої проміжної атестації (14 тижень) студент матиме не менше ніж 16 балів (за умови, якщо на початок 14 тижня згідно з календарним планом контрольних заходів «Ідеальний» студент має отримати 32 бали).

Необхідною умовою допуску до екзамену є виконання всіх завдань на практичних заняттях, написання МКР мінімум на 4 бали, а також стартовий рейтинг (r_c) не менше 50 % від R_c , тобто 30 балів.

Екзаменаційну роботу всі студенти пишуть обов'язково.

На екзамені студенти відповідають на три теоретичні питання. Перше і друге теоретичні питання оцінюються у 10 балів кожне, а третє - 20 балів.

Система оцінювання 1-2 теоретичних питань:

Теоретичне питання розкрито повністю – 10 балів.

Теоретичне питання розкрито не повністю – 9 - 8 балів.

Теоретичне питання розкрито не достатньо – 7 - 6 балів.

Відповідь недостатня або невірна – 0 - 5 бали.

Система оцінювання 3-го теоретичного питання:

Теоретичне питання розкрито повністю – 20 балів.

Теоретичне питання розкрито не повністю – 15 - 19 балів.

Теоретичне питання розкрито не достатньо – 10 - 14 балів.

Відповідь недостатня або невірна – 0 - 9 балів.

6. Заохочувальні бали за виконання додаткових завдань із кредитного модулю – «+» від 1 до 3 заохочувальних 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

11. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

- перелік питань, які виносяться на семестровий контроль (наприклад, як додаток до силабусу) визначено наприкінці кожного розділу базового підручника [1] по відповідним темам, а також – є перелік контрольних питань у базовому підручнику [1] ;
- можливість зарахування сертифікатів проходження дистанційних чи онлайн курсів за відповідною тематикою буде визначатись по мірі необхідності;

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено професором кафедри АСНК, д.т.н., проф. Черепанською Іриною Юріївною

Ухвалено кафедрою автоматизації та систем неруйнівного контролю (протокол № 17 від 21.06.2023)

Погоджено Методичною комісією приладобудівного факультету (протокол № 7/23 від 22.06.2023 року)



ТЕХНОЛОГІЇ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В МЕХАТРОННИХ КОМПЛЕКСАХ КОНТРОЛЮ ТА ДІАГНОСТИКИ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Другий (магістерський)
Галузь знань	G Інженерія, виробництво та будівництво
Спеціальність	G7 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка
Освітня програма	Комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка
Статус дисципліни	вибіркова
Форма навчання	очна (денна)
Рік підготовки, семестр	1 курс, весняний семестр
Обсяг дисципліни	4 кредити ЄКТС. (120 год. ауд. - 54, CPC - 66)
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Залік, МКР
Розклад занять	Згідно з розкладом на сайті http://rozklad.kpi.ua/ , schedule.kpi.ua
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектори: д.т.н., проф. Черепанська Ірина Юріївна, cherepanskairina@gmail.com Практ., лаб. роботи : д.т.н., проф. Черепанська Ірина Юріївна, cherepanskairina@gmail.com
Розміщення курсу	https://classroom.google.com/h

Програма навчальної дисципліни

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

Дисципліна «Технології штучного інтелекту в мехатронних комплексах контролю та діагностики» є вибірковою дисципліною циклу професійної підготовки ОР «Магістр». Дана дисципліна необхідна для підготовки студента до самостійного виконання робіт з проектування мехатронних комплексів контролю та діагностики у різних галузях промисловості та економіки держави.

Технології штучного інтелекту – це новітні інформаційні технології, які дозволяють значно розширити можливості мехатронних комплексів, підвищити ефективність проектування, моделювання та керування з використанням математичних та лінгвістичних методів і технічних засобів, які імітують функції людського мозку і базуються на моделях подання знань та правилах логічного виведення і прийняття рішень.

У результаті вивчення курсу студент повинен знати та вміти використовувати такі сучасні та новітні інформаційно-комп'ютерні технології, як технології штучного інтелекту, та створювати на їх основі інноваційні багатоцільові мехатронні комплекси.

Метою дисципліни є формування у студентів здатностей:

- здатність проводити дослідження та генерувати нові ідеї при аналізі та синтезі багатоцільових мехатронних комплексів, а також створювати кіберфізичні системи на основі інтелектуальних методів управління та цифрових технологій з використанням методів штучного інтелекту та інтелектуальних мехатронних пристроїв.

Основні завдання дисципліни.

Після засвоєння дисципліни студенти мають продемонструвати такі результати навчання: знати різновиди елементів штучного інтелекту та технологій штучного інтелекту, принципи роботи елементів штучного інтелекту, можливості застосування елементів та технологій штучного інтелекту, основи створення систем керування мехатронними комплексами, вміти проводити їх аналіз і обґрунтовувати вибір структури, алгоритмів роботи складових елементів; мати навички та вміти обирати елементи штучного інтелекту, застосовувати елементи та технології штучного інтелекту при проектуванні мехатронних комплексів, аналізувати та синтезувати системи автоматичного керування мехатронних комплексів, застосовувати знання про основні принципи та методи вимірювання фізичних величин для обґрунтування вибору технологій штучного інтелекту чи розробки елементів штучного інтелекту у мехатронних комплексах.

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

Дисципліна «Технології штучного інтелекту в мехатронних комплексах контролю та діагностики» базується на знаннях, здобутих студентами при вивченні основ фізики перетворень фізичних величин, вищої математики, програмування, електроніки, комп'ютерного моделювання процесів і систем. Знання, отримані під час вивчення цієї дисципліни, можуть бути використані при виконанні магістерської дисертації.

Зміст навчальної дисципліни

Розділ 1. Елементи і технології штучного інтелекту та мехатронні комплекси

- 1.1. *Поняття мехатронних комплексів, їх структура та функції.*
- 1.2. *Поняття технологій штучного інтелекту, їх види, інструментарій та особливості застосування в мехатронних комплексах.*

Розділ 2. Технології м'яких обчислень (Soft Computing)

- 2.1. *Поняття технології м'яких обчислень. Інструментарій технології м'яких обчислень.*
- 2.2. *Генетичні алгоритми та ймовірнісні обчислення.*
- 2.3. *Фрактальний аналіз.*
- 2.4. *Моделі подання знань. Логічні та продукційні моделі, фреймові моделі. Семантичні сітки та нейронні мережі. Нечітка логіка.*

Розділ 3. Нейротехнології обробки даних

- 3.1. *Теоретичні основи нейротехнологій.*
- 3.2. *Інструментарій нейротехнологій для інтелектуальної обробки даних в мехатронних комплексах та автоматизованих системах.*
- 3.3. *Синтез та практична реалізація нейротехнологій в мехатронних комплексах та автоматизованих системах.*

Розділ 5. Технологія fuzzy logic

- 5.1. *Теоретичні основи fuzzy logic.*
- 5.2. *Алгоритми fuzzy logic для обробки та аналізу даних.*
- 5.3. *Алгоритми керування fuzzy logic в системах реального часу.*

Розділ 6. Технологія генетичних обчислень

6.1. Поняття генетичного алгоритму, евристики або емпіричного прийому.

6.2. Методи природної еволюції, що використовуються у технології генетичних обчислень.

6.3. Принципи роботи генетичних алгоритмів. Принципи кодування ознак об'єктів при генетичних обчисленнях. Основні оператори генетичних алгоритмів

Розділ 7. Гібридні технології обробки даних

14.1. Поняття та сутність гібридних технологій.

14.2. Види гібридних систем: автономні, трансформаційні, слабо зв'язані, повно зв'язані, інтегровані моделі.

Навчальні матеріали та ресурси

Базова

7. Черепанська І.Ю., Сазонов А.Ю. Сучасні інформаційні технології та системний аналіз в наукових дослідженнях. Навчальний посібник. – Київ: КПП ім. Ігоря Сікорського, 2021. – с.
8. Жученко А.І., Черепанська І.Ю., Сазонов А.Ю., Ковалюк Д.О. Технології штучного інтелекту та основи машинного зору в автоматизації: теорія і практика: підручник під грифом “КПП ім. Ігоря Сікорського” Київ: КПП ім. Ігоря Сікорського, 2019 – 386 с.

Допоміжна

1. Черепанська І.Ю., Безвесільна О. М., Сазонов А. Ю. Штучні нейронні мережі для вирішення задач технологічної підготовки гнучкого виробництва: монографія. – Київ: “КПП ім. Ігоря Сікорського”, 2018. – 192 с.
2. Гнучкі комп'ютеризовані системи: проектування, моделювання і управління: Підручник / Л.С. Ямпольський, П.П. Мельничук, Б.Б. Самотокін, М.М. Поліщук, М.М. Ткач, К.Б. Остапченко, О.І. Лісовіченко. – Житомир: ЖДТУ, 2005. – 680 с.
3. Пупена О.М. Промислові мережі та інтеграційні технології в автоматизованих системах: Навчальний посібник / О.М. Пупена, І.В. Ельперін, Н.М. Луцька, А.П. Ладанюк. – К. Вид-во “Ліра”, 2011. – 552с.

Навчальний контент

Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Основні форми навчання – лекції, практичні заняття (комп'ютерні практикуми) та самостійна робота студентів. Самостійна робота студентів передбачає закріплення знань за матеріалами лекцій та їх поглиблення, виконання завдань з практичних робіт згідно індивідуального варіанту, самостійне вивчення окремих питань за рекомендованими навчально-методичними матеріалами.

На лекціях студентам викладаються теоретичні основи дисципліни.

Лекційні заняття:

1. Вступ. Історичний експурс щодо розвитку штучного інтелекту, мехатроніки, автоматизації та систем автоматизації. Роль елементів систем та технологій штучного інтелекту у розвитку мехатронних комплексів та систем автоматизації.
2. Поняття штучного інтелекту, його ознаки, функції, приклади практичної реалізації.
3. Види технологій штучного інтелекту, інструментарій та особливості застосування в мехатронних комплексах.
4. Поняття технології м'яких обчислень. Інструментарій технології м'яких обчислень. Генетичні алгоритми та ймовірнісні обчислення. Фрактальний аналіз.
5. Моделі подання знань. Логічні та продукційні моделі, фреймові моделі. Семантичні сітки та нейронні мережі. Нечітка логіка.
6. Нейротехнології обробки даних. Теоретичні основи нейротехнологій.
7. Інструментарій нейротехнологій для інтелектуальної обробки даних в мехатронних комплексах та автоматизованих системах.

8. Синтез та практична реалізація нейротехнології в мехатронних комплексах та автоматизованих системах.
9. Технологія fuzzy logic. Теоретичні основи fuzzy logic.
10. Алгоритми fuzzy logic для обробки та аналізу даних. Алгоритми керування fuzzy logic в системах реального часу.
11. Технологія генетичних обчислень. Поняття генетичного алгоритму, евристики або емпіричного прийому.
12. Методи природної еволюції, що використовуються у технології генетичних обчислень. Принципи роботи генетичних алгоритмів. Принципи кодування ознак об'єктів при генетичних обчисленнях. Основні оператори генетичних алгоритмів
13. Гібридні технології обробки даних. Поняття та сутність гібридних технологій. Види гібридних систем: автономні, трансформаційні, слабо зв'язані, повно зв'язані, інтегровані моделі.

Практичні заняття:

Практичне заняття № 1. Застосування алгоритму HyperLogLog для імовірнісних обчислень при розв'язанні задачі підрахунку унікальних елементів (2 години).

Практичне заняття № 2. Синтез та навчання штучних нейронних мереж для інтелектуальної обробки даних (6 годин)

Практичне заняття № 3. Експериментальні дослідження та пошук оптимальної моделі штучної нейронної мережі для інтелектуальної обробки даних (4 години)

Практичне заняття № 4. Дослідження впливу функцій активації на параметри штучних нейронних мереж (4 години)

Практичне заняття № 5. Класифікація об'єктів мехатронних комплексів за допомогою нейромережових технологій (4 години)

Практичне заняття № 6. Вивчення можливостей Пакет Fuzzy Logic Toolbox при конструюванні нечітких експертних та/або керуючих систем (6 годин)

Практичне заняття № 7. Проектування систем нечіткого виводу типу Мамдані (4 години)

Практичне заняття № 8. Пошук оптимального маршруту для промислового робота при обслуговуванні технологічного обладнання методами генетичних обчислень та генетичних алгоритмів (4 години)

Самостійна робота студента

Самостійна робота студентів передбачає закріплення знань за матеріалами лекцій та їх поглиблення, виконання модульної контрольної роботи згідно індивідуального завдання, самостійне вивчення окремих питань за рекомендованими навчально-методичними матеріалами. Також питання, що виносяться на самостійне опрацювання вказані в описі лекційних та практичних занять.

На самостійну роботу студентів виділяється 48 годин, з яких 30 годин – на підготовку до заліку і 18 годин – вивчення та опрацювання лекційного матеріалу, виконання практичних завдань (комп'ютерних практикумів) згідно власного варіанту відповідно до структури дисципліни.

Політика та контроль

Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Перед студентом ставляться наступні вимоги:

- правила відвідування занять:
 - у режимі очного навчання заняття відбуваються в аудиторії згідно розкладу занять;
 - у режимі дистанційного навчання заняття відбуваються у вигляді онлайн-конференції у програмі Zoom - посилання на конференцію видається на

початку семестру.

- *правила поведінки на заняттях:*
 - забороняється займатися будь-якою діяльністю, яка прямо не стосується дисципліни або може зашкодити здоров'ю;
 - дозволяється використання засобів зв'язку лише для пошуку необхідної для виконання завдань інформації в інтернеті;
 - забороняється будь-яким чином зривати проведення занять.
- *правила захисту лабораторних робіт:*
 - захист лабораторної роботи проходить під час проведення лабораторної роботи, а у випадку дистанційного навчання – у режимі онлайн-конференції на платформі Zoom, викладач індивідуально задає запитання, на які пропонується відповісти усно;
 - у окремих випадках допускається можливість захисту під час проведення консультацій.
 - *правила призначення заохочувальних та штрафних балів:* докладна інформація із приводу штрафних та заохочувальних балів наведена у «Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання»;
 - максимальна кількість заохочувальних та штрафних балів визначається відповідно до Положення про систему оцінювання результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського, Положення про поточний, календарний та семестровий контроль результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського, а також інших Положень та рекомендацій, які діють в КПІ ім. Ігоря Сікорського.
- *політика дедлайнів та перескладань:*
 - перескладання будь-яких контрольних заходів передбачено тільки за наявності документально підтверджених вагомих причин відсутності на занятті;
 - перескладань для підвищення балів не передбачено.
- *політика округлення рейтингових балів:*
 - округлення рейтингового балу відбувається до цілого числа за правилами округлення.
- *політика оцінювання контрольних заходів:*
 - оцінювання контрольних заходів відбувається відповідно до Положення про систему оцінювання результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського, Положення про поточний, календарний та семестровий контроль результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського, а також інших Положень та рекомендацій, які діють в КПІ ім. Ігоря Сікорського;
 - нижня межа позитивного оцінювання кожного контрольного заходу має бути не менше 60% від балів, визначених для цього контрольного заходу;
 - негативний результат оцінюється в 0 балів.

Академічна доброчесність

Політика та принципи академічної доброчесності визначені у розділі 3 Кодексу честі КПІ ім.

Ігоря Сікорського. Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

Норми етичної поведінки

Норми етичної поведінки студентів і працівників визначені у розділі 2 Кодексу честі

КПІ ім.

Ігоря Сікорського. Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

Оскарження результатів контрольних заходів

- У випадку незгоди із результатами контрольних заходів студенти можуть виконувати і/або захищати їх у присутності комісії, яка формується із викладачів кафедри АСНК.

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

Поточний контроль: виконання практичних робіт, МКР

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

Семестровий контроль: залік

Поточний контроль

Практичні роботи. Ваговий бал – 10

Максимальна кількість балів за всі практичні роботи

$$8 \text{ робіт} * 10 \text{ балів} = 80 \text{ балів}$$

Виконання практичної роботи:

Розподіл балів наступний:

- всебічне глибоке опрацювання теми на основі аналізу широкого кола інформаційних джерел (не менше 95% потрібної інформації), наявна самостійність суджень, правильність розрахунків та представлених результатів, повнота та аргументованість висновків. У цілому завдання роботи виконано вірно і вчасно – 10-9 балів;
- повне виконання завдання, наявність незначних помилок в розрахунках або у висновках, але за умови достатньої повноти (не менше 75% потрібної інформації), всебічності та самостійності опрацювання теми і виконання завдання у встановлені терміни – 8 – 7 балів;
- неповне виконання завдання з помилками (без втрати цінності виконаної роботи), текст і цифрові дані роботи свідчать про те, що студент сумлінно ознайомився і пропрацював основні джерела, без залучення яких робота взагалі не могла б бути виконана, і зміст теми, розкрив в основному правильно (не менше 60% потрібної інформації) – 6 балів;
- завдання не виконано або виконано із численними та грубими помилками (виконано вірно менше 60% завдання), або виконана не самостійно – 0 балів;
- штрафні бали за порушення дедлайнів – –0,5 бали.

Модульна контрольна робота оцінюється у 20 балів. Розподіл балів наступний:

- правильність розрахунків та представлених результатів, повнота та аргументованість висновків. У цілому завдання виконано вірно і вчасно – 20-18 балів;
- хід аналізу даних в цілому вірний, проте наявні незначні помилки – 17-16 балів;
- хід аналізу даних в цілому вірний, проте наявні помилки, що не дають змоги одержати вірну відповідь – 15-12 балів;
- завдання виконано в цілому неправильно, або не самостійно, або не виконувалось – 0 балів.

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

Для отримання «зараховано» з першої проміжної атестації (8 тиждень) студент матиме не менше 30 балів (за умови, якщо на початок 8 тижня згідно з календарним планом «ідеальний» студент має отримати 50 балів).

Для отримання «зараховано» з другої проміжної атестації (14 тиждень) студент матиме не менш 50 балів (за умови, якщо на початок 14 тижня згідно з календарним планом «ідеальний» студент має отримати 70 балів).

Семестровий контроль: залік.

Умови допуску до семестрового контролю: виконання та зарахування індивідуальних завдань з мінімум 6-ти практикумів; семестровий рейтинг не менше, ніж 60 балів.

Остаточне оцінювання:

<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
Невиконані умови допуску	Недопущено

Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

У рамках опанування дисципліни допускається можливість зарахування сертифікатів проходження дистанційних чи онлайн курсів за відповідною тематикою (за попереднім узгодженням з викладачем) із наступним захистом його перед викладачем.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено д.т.н., професор Черепанською Іриною Юріівною

Ухвалено кафедрою автоматизації та систем неруйнівного контролю (протокол № 17 від 21.06.2023)

Погоджено Методичною комісією приладобудівного факультету (протокол № 7/23 від 22.06.2023 року)



Перетворювачі руху інтелектуальних мехатронних комплексів контролю та діагностики

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни	
Рівень вищої освіти	<i>Другий (магістерський)</i>
Галузь знань	<i>G Інженерія, виробництво та будівництво</i>
Спеціальність	<i>G7 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка</i>
Освітня програма	<i>Комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>Очна(денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>1 курс, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>4 кр. / 120 год (ауд. - 54, СРС - 66)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік / Поточний контроль, контрольна робота</i>
Розклад занять	<i>http://roz.kpi.ua</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: доц., к.т.н. Нечай Сергій Олексійович, prilad@ukr.net Практичні: доц., к.т.н. Нечай Сергій Олексійович, prilad@ukr.net
Розміщення курсу	<i>https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=7376, https://classroom.google.com/h</i>

Програма навчальної дисципліни

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

Перетворювачі руху забезпечують передачу руху від двигуна до вихідної ланки мехатронного комплексу, призначені для перетворення одного виду руху в інший, узгодження швидкостей і моментів, що обертають двигун і вихідні ланки мехатронних комплексів.

Предмет дисципліни - перетворювачі руху інтелектуальних мехатронних комплексів контролю та діагностики (ПРІМК)

Метою викладання дисципліни є формування у студентів фахових (спеціальних) компетентностей (СК)

СК1. Здатність здійснювати автоматизацію складних технологічних об'єктів та комплексів, створювати кіберфізичні системи на основі інтелектуальних методів управління та цифрових технологій з використанням баз даних, баз знань, методів штучного інтелекту, робототехнічних та інтелектуальних мехатронних комплексів та їх основних крмпонентів- перетворювачів руху інтелектуальних мехатронних комплексів контролю та діагностики;

СК2. Здатність проектувати та впроваджувати високонадійні системи автоматизації та їх прикладне програмне забезпечення, для реалізації функцій управління та опрацювання інформації, здійснювати захист прав інтелектуальної власності на нові проектні та інженерні рішення в області досліджень перетворювачів руху інтелектуальних мехатронних комплексів контролю та діагностики.

Знання:

РН02. Створювати високонадійні системи автоматизації, мехатронні комплекси з високим рівнем функціональної та інформаційної безпеки програмних та технічних засобів, перетворювачів руху інтелектуальних мехатронних комплексів контролю та діагностики.

РН03. Застосовувати спеціалізовані концептуальні знання, що включають сучасні наукові здобутки, а також критичне осмислення сучасних проблем у сфері автоматизації, мехатронних комплексів та комп'ютерно-інтегрованих технологій в області перетворювачів руху інтелектуальних мехатронних комплексів контролю та діагностики для розв'язування складних

задач професійної діяльності.

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

Перелік дисциплін, що необхідні для успішного засвоєння дисципліни: Інженерна графіка, Комп'ютерна графіка, Матеріалознавство, Конструювання елементів приладів автоматизованих систем, Системи автоматизованого проєктування

Знання, отримані під час вивчення цієї дисципліни, можуть бути використані при виконанні магістерської дисертації.

Зміст навчальної дисципліни

Розділ 1. Передачі ПРИМК. Муфти ПРИМК.

Розділ 2. Направляючі для прямолінійного і обертового руху ПРИМК.

Розділ 3. Пружні елементи ПРИМК.

Розділ 4. Регулятори швидкості ПРИМК. Заспокоюючі пристрої ПРИМК.

Базова література:

1. Арендаренко В. М., Дудніков І. А. [Теорія механізмів і машин у прикладах і задачах](#): Навч. посіб.– Університетська книга, 2023. – 176 с.
2. Попов С.В., Бучинський М.Я., Гнітько С.М., Чернявський А.М. Теорія механізмів технологічних машин: підручник – [Ліра-К](#), 2020. – 268 с.

Додаткова література:

3. Яременко В. В., Троханяк О. М. Теорія механізмів і машин. Навчальний посібник – Центр учбової літератури, 2023. – 244 с.
4. Черниш О. М. Прикладна механіка. Навчальний посібник для практичних робіт – Центр учбової літератури, 2023. – 244 с.
5. Kutsenko A. Structural Mechanics. Part II. The calculations of complex arches and frames. Manual – Центр навчальної літератури, 2024. – 256 с.

Навчальний контент

Логіка опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

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

Застосовується стратегія активного і колективного навчання, яка визначається інформаційно-комунікаційною технологією, що забезпечує проблемно-дослідницький характер процесу навчання та активізацію самостійної роботи студентів (електронні презентації для лекційних занять, використання аудіо- та відеопідтримки навчальних занять тощо).

Лекційний курс розрахований на поглиблене вивчення основ конструювання засобів на основі мехатронних комплексів.

Лекційні заняття

Розділ 1. Передачі ПРИМК. Муфти ПРИМК ПРИМК.

Тема 1.1. Класифікація передач ПРИМК.

Лекція 1. Передачі ПРИМК, їх класифікація. Вимоги до передач ПРИМК. Фрикційні передачі ПРИМК. Література: [1-2].

Лекція 2. Зубчаті передачі ПРИМК. Планетарні і диференційні механізми ПРИМК. Література: [1-2].

Лекція 3. Важільні механізми ПРИМК. Література: [1-2].

Лекція 4. Передачі гнучкими елементами ПРИМК. Література: [1-2].

Лекція 5. Механізми переривчастого руху ПРИМК. Призначення і область використання. Література: [1-2].

Лекція 6. Основні характеристики і класифікація кулачкових механізмів ПРИМК. Література: [1-2].

Лекція 7. Електромеханічні перетворювачі руху ПРИМК. Література: [1-2].

Тема 1.2. Різновиди муфт ПРИМК.

Лекція 8. Муфти включення, муфти автоматичної дії ПРИМК. Література: [2].

Лекція 9. Муфти з'єднувальні, керовані, муфти запобіжні ПРИМК. Література: [2].

Розділ 2. Направляючі для прямолінійного і обертового руху ПРИМК.

Тема 2.1. Направляючі для прямолінійного руху ПРИМК.

Лекція 10. Направляючі для прямолінійного руху ПРИМК. Призначення і класифікація направляючих по виду кінематичної пари і тертя ПРИМК. Література: [1-2].

Тема 2.2. Опори ПРИМК.

Лекція 11. Направляючі для обертового руху. Призначення і класифікація направляючих по виду кінематичної пари і тертя.. Література: [1-2].

Розділ 3. Пружні елементи ПРИМК.

Тема 3.1. Класифікація та характеристики пружних елементів ПРИМК.

Лекція 12. Основні властивості пружних елементів ПРИМК, їх типи, характеристики, жорсткість, податливість, тягове зусилля і ефективна площа. Література: [2].

Тема 3.2. Стрижневі пружні елементи ПРИМК.

Лекція 13. Конструкції, область застосування і розрахунок плоских пружин ПРИМК. Біметалеві пружини Література: [2].

Лекція 14. Гвинтові пружини ПРИМК. Класифікація, конструкції. Література: [2].

Тема 3.3. Манометричні пружні елементи ПРИМК.

Лекція 15. Мембрани, призначення, конструкції, матеріали для їх виготовлення. Пружна характеристика. Розрахунок прогинів плоских і гофрованих мембран. Література: [2].

Лекція 16. Сильфони і трубчасті пружини. Призначення, конструкції, матеріал для їх виготовлення. Пружна характеристика. Розрахунок сильфонів. Стійкість сильфонів. Розрахунок трубчастих пружин. Література: [2].

Розділ 4. Регулятори швидкості. Заспокоюючі пристрої ПРИМК.

Тема 4.1. Регулятори швидкості ПРИМК.

Лекція 17. Класифікація регуляторів швидкості ПРИМК, їх конструкції. Література: [2].

Тема 4.2. Заспокоюючі пристрої ПРИМК.

Лекція 18. Заспокоюючі пристрої ПРИМК, їх призначення. Визначення необхідного ступеня заспокоєння. Література: [2].

Практичні заняття

Основні завдання циклу практичних занять: засвоєння студентами знань і умінь відповідно темам, розробляти конструкторську документацію для приладів, з відомостями про яку студентів було ознайомлено на лекційних заняттях.

Під час практичних занять студентам необхідно також розробляти ескізи елементів, робочі креслення деталей, документацію на збіркові одиниці за індивідуальними завданнями.

№ з/п	Назва тем практичних занять
1	Варіатори ПРИМК. Основи розрахунку надійності фрикційних пар ПРИМК. Планетарні механізми з гнучким центровим колесом, структура та їх кінематичні залежності ПРИМК
2	Конструктивні рішення гнучких і жорстких коліс, генераторів хвиль ПРИМК. Передаточні відношення механізмів та їх особливості. Проектування важільних механізмів ПРИМК.
3	Конструкції і основні кінематичні залежності мальтійського, храпового і грейферного механізмів ПРИМК. Розрахунок механізмів ПРИМК. Основи побудови, методів розрахунку передач з гнучким зв'язком ПРИМК.
4	Основні етапи проектування функціональних кулачкових механізмів ПРИМК. Електромеханічні перетворювачі руху ПРИМК.
5	Універсальні муфти ПРИМК. Розрахунок муфт ПРИМК. Розрахунок фрикційних муфт ПРИМК. Направляючі для прямолінійного руху ПРИМК. Призначення і класифікація направляючих по виду кінематичної пари і тертя.
6	Спеціальні опори ПРИМК. Класифікація, призначення. Розрахунок спеціальних

№ з/п	Назва тем практичних занять
	опор ПРІМК. Шляхи зменшення тертя в опорах ПРІМК.
7	Спиральні пружини ПРІМК, конструкцій, кріплення їх кінців. Методи розрахунку. Розрахунок силових пружин ПРІМК. Розрахунок прогинів плоских і гофрованих мембран ПРІМК.
8	Пружна характеристика. Розрахунок сальфонів ПРІМК. Стійкість сальфонів ПРІМК. Розрахунок трубчастих пружин ПРІМК.
9	Характеристики типових регуляторів швидкості ПРІМК. Розрахунок регуляторів швидкості ПРІМК. Вибір типу заспокоювача ПРІМК, їх розрахунок.

Самостійна робота студента

Самостійна робота студентів передбачає закріплення знань за матеріалами лекцій та їх поглиблення, виконання модульної контрольної роботи згідно індивідуального завдання, самостійне вивчення окремих питань за рекомендованими навчально-методичними матеріалами. Також питання, що виносяться на самостійне опрацювання вказані в описі лекційних та практичних занять.

На самостійну роботу студентів виділяється 48 годин, з яких 30 годин – на підготовку до заліку і 18 годин – вивчення та опрацювання лекційного матеріалу, виконання практичних завдань (комп'ютерних практикумів) згідно власного варіанту відповідно до структури дисципліни.

Політика та контроль

Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Перед студентом ставляться наступні вимоги:

- правила відвідування занять:
 - o у режимі очного навчання заняття відбуваються в аудиторії згідно розкладу занять;
 - o у режимі дистанційного навчання заняття відбуваються у вигляді онлайн-конференції у програмі Zoom - посилання на конференцію видається на початку семестру.
- правила поведінки на заняттях:
 - o забороняється займатися будь-якою діяльністю, яка прямо не стосується дисципліни або може зашкодити здоров'ю;
 - o дозволяється використання засобів зв'язку лише для пошуку необхідної для виконання завдань інформації в інтернеті;
 - o забороняється будь-яким чином зривати проведення занять.
- правила захисту лабораторних робіт:
 - o захист лабораторної роботи проходить під час проведення лабораторної роботи, а у випадку дистанційного навчання – у режимі онлайн-конференції на платформі Zoom, викладач індивідуально задає запитання, на які пропонується відповісти усно;
 - o у окремих випадках допускається можливість захисту під час проведення консультацій.
 - o правила призначення заохочувальних та штрафних балів: докладна інформація із приводу штрафних та заохочувальних балів наведена у «Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання»;
 - o максимальна кількість заохочувальних та штрафних балів визначається відповідно до Положення про систему оцінювання результатів навчання в

КПІ ім. Ігоря Сікорського, Положення про поточний, календарний та семестровий контролі результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського, а також інших Положень та рекомендацій, які діють в КПІ ім. Ігоря Сікорського.

- політика дедлайнів та перескладань:
 - o перескладання будь-яких контрольних заходів передбачено тільки за наявності документально підтверджених вагомих причин відсутності на занятті;
 - o перескладань для підвищення балів не передбачено.
- політика округлення рейтингових балів:
 - o округлення рейтингового балу відбувається до цілого числа за правилами округлення.
- політика оцінювання контрольних заходів:
 - o оцінювання контрольних заходів відбувається відповідно до Положення про систему оцінювання результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського, Положення про поточний, календарний та семестровий контролі результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського, а також інших Положень та рекомендацій, які діють в КПІ ім. Ігоря Сікорського;
 - o нижня межа позитивного оцінювання кожного контрольного заходу має бути не менше 60% від балів, визначених для цього контрольного заходу;
 - o негативний результат оцінюється в 0 балів.

Академічна доброчесність

Політика та принципи академічної доброчесності визначені у розділі 3 Кодексу честі КПІ ім.

Ігоря Сікорського. Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

Норми етичної поведінки

Норми етичної поведінки студентів і працівників визначені у розділі 2 Кодексу честі КПІ ім.

Ігоря Сікорського. Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

Оскарження результатів контрольних заходів

- У випадку незгоди із результатами контрольних заходів студенти можуть виконувати і/або захищати їх у присутності комісії, яка формується із викладачів кафедри АСНК.

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

Поточний контроль: виконання практичних робіт, МКР

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

Семестровий контроль: залік

Поточний контроль

Практичні роботи. Ваговий бал – 5

Максимальна кількість балів за всі практичні роботи –

$$9 \text{ практичних робіт} \times 5 \text{ балів} = 45 \text{ балів}$$

Критерії оцінювання

Виконання практичної роботи:

- «відмінно» – активна робота протягом практичного заняття, вирішення задач, вільне володіння матеріалом – 5 бали;
- «добре» – активна участь на пар, присутній хід розв'язку завдання, який є правильним, але кінцева відповідь не отримана – 4 бали; задовільно» – хід розв'язання задач присутній, але кінцевий результат не вірний – 3 бали.

Модульна контрольна робота (МКР). Ваговий бал – 55

- повністю виконана робота – 55-49 балів;
- роботу виконано з незначними недоліками – 48-42 балів;
- роботу виконано з певними помилками – 41-33 балів;
- роботу не зараховано (завдання не виконане або є грубі помилки) – 0 балів.

Максимальна сума рейтингових балів студента за семестр становить 100 балів. Додаткові заохочувальні бали: 1 бал за активну участь у дискусіях на практичних заняттях; до 5 балів за доповідь на конференції по тематиці курсу.

Календарний контроль

Для отримання «зараховано» з першої проміжної атестації (8 тиждень) студент матиме не менш ніж 8 балів (за умови, якщо на початок 8 тижня згідно з календарним планом «ідеальний» студент має отримати 20 бал).

Для отримання «зараховано» з другої проміжної атестації (14 тиждень) студент матиме не менш 18 балів (за умови, якщо на початок 14 тижня згідно з календарним планом «ідеальний» студент має отримати 35 балів).

Умови допуску до семестрового контролю

Необхідною умовою допуску до заліку (або залікової контрольної роботи) є зарахування МКР, а також рейтинговий бал RD не менше 40 % від R, тобто 40 балів.

Семестровий контроль

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

Зі здобувачами, які виконали всі умови допуску до заліку та мають рейтингову оцінку менше 60 балів, а також з тими здобувачами, хто бажає підвищити свою рейтингову оцінку, на останньому за розкладом занятті з дисципліни в семестрі викладач проводить семестровий контроль у вигляді залікової контрольної роботи.

Критерії оцінювання залікової контрольної роботи

Залікова контрольна робота оцінюється із 100 балів. Контрольне завдання цієї роботи складається з трьох задач.

2 задачі оцінюються по 33 бали за такими критеріями:

- «відмінно» - повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації), надані відповідні обґрунтування та висновки – 33-29 балів;
- «добре» - достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації, що виконана згідно з вимогами до рівня «умінь», або незначні неточності) – 28...24 балів;
- «задовільно» - неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації, що виконана згідно з вимогами до «стереотипного» рівня та деякі помилки) – 23...18 балів;
- «незадовільно» - незадовільна відповідь – 0 балів.

1 задача оцінюється в 34 бали за такими критеріями:

- «відмінно» - повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації), надані відповідні обґрунтування та висновки – 34-29 балів;

- «добре» - достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації, що виконана згідно з вимогами до рівня «умінь», або незначні неточності) – 28...24 балів; «задовільно» - неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації, що виконана згідно з вимогами до «стереотипного» рівня та деякі помилки) – 23...18 балів;
«незадовільно» - незадовільна відповідь – 0 балів.

Остаточне оцінювання:

<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

Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

У рамках опанування дисципліни допускається можливість зарахування сертифікатів проходження дистанційних чи онлайн курсів за відповідною тематикою (за попереднім узгодженням з викладачем) із наступним захистом його перед викладачем.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено доц., к.т.н. Нечай Сергій Олексійович

Ухвалено кафедрою автоматизації та систем неруйнівного контролю (протокол № 17 від 21.06.2023)

Погоджено Методичною комісією приладобудівного факультету (протокол № 7/23 від 22.06.2023 року)