



# Адаптивні комплекси електромеханічних та мехатронних систем

## Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

### Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Другий (магістерський)</i>
Галузь знань	<i>14 – Електрична інженерія</i>
Спеціальність	<i>141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка</i>
Освітня програма	<i>Інжиніринг інтелектуальних електротехнічних та мехатронних комплексів</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>очна/дистанційна/змішана</i>
Рік підготовки, семестр	<i>весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>4 кредитів ECTS (120 год.)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Іспит, РГР, МКР</i>
Розклад занять	<i>18 год.-лекції, 18 год.-практичні, 18 год. - лабораторні</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: <i>д.т.н., проф. Сліденко Віктор Михайлович, viktorslidenko@gmail.com</i> Практичні: <i>д.т.н., проф. Сліденко Віктор Михайлович, viktorslidenko@gmail.com</i> Лабораторні: <i>д.т.н., проф. Сліденко Віктор Михайлович, viktorslidenko@gmail.com</i>
Розміщення курсу	<a href="https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=2522">https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=2522</a>

### Програма навчальної дисципліни

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

В дисципліні розглядаються методи розрахунку та ідентифікації адаптивних комплексів та їх складових, методології інтелектуального керування елементами комплексів гірничих та нафтогазових галузей, розвитку системного та програмного забезпечення штучних нейронних мереж.

Дисципліна закладає основи для проведення наукових досліджень в межах виконання завдань, що стоять перед дослідницьким університетом: моделювання задач електромеханіки, проведення дослідно-конструкторських робіт при виконанні розрахунково-графічних робіт, підготовці магістерських дисертаційних робіт з застосуванням математичного моделювання, САД - технологій, інформаційних систем та баз даних, програмного забезпечення, мультимедійних систем та Інтернет- технологій, методологій проектування та САПР.

**Мета** навчальної дисципліни полягає в формуванні у студентів інженерних знань уміння та навичок з основних розділів теорії адаптивних комплексів електромеханічних та мехатронних

систем гірничих та нафтогазових виробництв, а також для застосування отриманих знань надалі - в науковій і виробничій діяльності.

**Предметом** вивчення дисципліни являються: інженерні основи, структура та функції елементів адаптивних комплексів та системи їх керування з застосуванням нейронних мереж; системне програмне забезпечення раціонального функціонування з застосуванням мов програмування C# та AutoLISP; САПР елементів конструкцій з застосуванням оболонок AutoCAD, MathCAD.

Дисципліна "Адаптивні комплекси електромеханічних та мехатронних систем" відноситься до циклу *професійної та практичної підготовки*, яка забезпечує знання та навички в області інженерних розрахунків елементів комплексів електромеханічних систем, моделювання параметрів та характеристик комплексів і обладнання електромеханічних та мехатронних систем, знання в області інформаційного забезпечення функціонування комплексів, основ інтелектуального керування виконавчими органами комплексів і є продовженням дисциплін "Нелінійні задачі та ідентифікація мехатронних систем", "Математичне моделювання та ідентифікація електромеханічних систем" з формуванням і поглибленням інженерних знань студентів та їх розширенням в напрямку спеціалізації "Електромеханічні та мехатронні системи енергоємних виробництв" через проведення практичних робіт з застосуванням ЕОМ.

В результаті вивчення дисципліни "Адаптивні комплекси електромеханічних та мехатронних систем" студенти отримують такі компетентності:

- загальні:
  - 1) здатність до абстрактного мислення, аналізу і синтезу (ЗК1),
  - 2) здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел (ЗК2)
  - 3) здатність до використання інформаційних і комунікаційних технологій (ЗК3),
  - 4) здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях (ЗК4)
  - 5) здатність приймати обґрунтовані рішення (ЗК6),
  - 6) здатність вчитися та оволодівати сучасними знаннями (ЗК7).
  - 7) здатність виявляти та оцінювати ризики (ЗК8),
  - 8) здатність виявляти зворотні зв'язки та корегувати свої дії з їх врахуванням (ЗК10),
- фахові:
  - 1) здатність застосовувати отримані теоретичні знання, наукові і технічні методи для вирішення науково-технічних проблем і задач електроенергетики, електротехніки та електромеханіки (ФК1),
  - 2) здатність застосовувати існуючі та розробляти нові методи, методики, технології та процедури для вирішення інженерних завдань електроенергетики, електротехніки та електромеханіки (ФК2),
  - 3) здатність планувати, організовувати та проводити наукові дослідження в області електроенергетики, електротехніки та електромеханіки (ФК3),
  - 4) здатність демонструвати знання і розуміння математичних принципів і методів, необхідних для використання в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці (ФК6),
  - 5) здатність розуміти і враховувати соціальні, екологічні, етичні, економічні та комерційні міркування, що впливають на реалізацію технічних рішень в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці (ФК9),
  - 6) здатність оцінювати показники надійності та ефективності функціонування електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних об'єктів та систем (ФК11),
  - 7) здатність використовувати методи оцінки об'єктів права інтелектуальної власності для подальшої їх комерціалізації, в тому числі для продажу ліцензій і трансферу технологій. (ФК14),
  - 8) здатність публікувати результати своїх досліджень у наукових фахових виданнях. (ФК15),
  - 9) здатність до розробки засобів, способів і методів науки і техніки, спрямованих на автоматизацію діючих і створення нових автоматизованих та автоматичних технологій і виробництв (ФК17),
  - 10) здатність створювати універсальні найбільш ефективні алгоритми моделювання процесів у електротехнічних системах та проводити їх дослідження (ФК18),
  - 11) здатність на підставі аналізу статичних і динамічних навантажень, режимних характеристик розраховувати та розробляти оптимальні конструкції обладнання та експлуатаційні режими

простих і складних електромеханічних комплексів з використанням сучасних комп'ютерних методів математичного моделювання (ФК20),

12) здатність використовувати основні математичні методи оптимізації та методи статистичного моделювання при розробці сучасних електротехнічних комплексів та систем (ФК25),

13) здатність розв'язувати складні наукові задачі автоматизації технологічних процесів з використанням нейронних мереж(ФК26).

та програмні результати навчання:

1) знати і розуміти основні види інтелектуального права та способів його захисту, методологічних та законодавчих основ створення об'єктів інтелектуальної власності. (ПРН1),

2) знати основні ефективні способи та підходи, які спрямовані на підвищення енергоефективності та надійності електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного обладнання й відповідних комплексів і систем (ПРН9),

3) опановувати нові версії або нове програмне забезпечення, призначене для комп'ютерного моделювання об'єктів та процесів у електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних системах (ПРН12),

4) застосовувати методику інтелектуального керування при дослідженні і проектуванні відповідних комплексів і систем (ПРН14),

5) синтезувати системи автоматичного керування різними об'єктами на основі теорії нечіткої логіки та з використанням теорії штучних нейронних мереж (ПРН16),

6) створювати інтелектуально-адаптивні системи автоматизованого керування і контролю технічного стану електромеханічним обладнанням на основі застосування програмовано-логічних контролерів (ПРН18),

7) знання, розуміння і практичне застосування теорії експерименту, методик планування експерименту, оцінки достовірності результатів експерименту, методів аналізу експериментальних даних і побудови на їх основі математичних моделей, зокрема і використання новітніх методів на основі використання сучасних інформаційних технологій (ПРН20),

8) виконувати фізичне і математичне моделювання, статичний та динамічний аналізи конструкцій, механізмів, матеріалів та процесів на стадії проектування з використанням сучасних комп'ютерних систем (ПРН21),

9) створювати інтелектуально-адаптивні системи автоматизованого керування і контролю технічного стану електромеханічним обладнанням на основі застосування програмовано-логічних контролерів і бортових комп'ютерів (ПРН23),

10) розраховувати зусилля, напружено-деформований стан, швидкості, моменти, потужності, статичні та динамічні властивості електромеханічного обладнання, виконувати силові та гідравлічні розрахунки елементів гідроприводів, електроприводів, лінійних та нелінійних елементів, електричних та магнітних кіл (ПРН24),

11) Вільно спілкуватися усно і письмово державною та іноземною мовами з сучасних наукових технічних проблем електроенергетики, електротехніки та електромеханіки (ПРН25),

12) Знання основних методів математичної оптимізації та методів статистичного моделювання при розробці сучасних електротехнічних та мехатронних комплексів та систем (ПРН27).

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

*Вивчення дисципліни базується на курсах: Нелінійні задачі та ідентифікація мехатронних систем, Вища математика, Обчислювальна техніка та програмування, Комп'ютерна графіка, Фізика, Гідравліка та гідропривод, Технічна механіка. Суміжними дисциплінами являються: Електропривод, Автоматизація технологічних процесів*

## **3. Зміст навчальної дисципліни**

**Навчальна дисципліна складається з 2 розділів:**

**Розділ 1. Адаптивні комплекси, робоче обладнання та визначення їх параметрів.**

Тема 1.1. *Інженерне забезпечення проектування адаптивних комплексів електромеханічних та мехатронних систем.*

Тема 1.2 *Адаптивні машини та інтелектуальне обладнання ЕМС в паливно-енергетичному комплексі.*

**Розділ 2. Застосування нейронних мереж в адаптивних електромеханічних системах**

Тема 2.1. Елементи теорії адаптивних електромеханічних та мехатронних систем заснованих на нейронних мережах.

#### **4. Навчальні матеріали та ресурси**

##### *Основна література*

1. Адаптивне функціонування імпульсних виконавчих органів гірничих машин / Сліденко В.М., Шевчук С.П., Замараєва О.В., Лістовщик Л.К. -К.: НТУУ "КПІ", 2013 -179 с.
2. Потужна дисипація енергії коливань гірничих машин гетерогенними ліофобними системами/ Єрошенко В.А., Сліденко В.М., Шевчук С.П., Студенець В.П. - К.: НТУУ "КПІ", 2016 -180 с.
3. Сліденко В.М. Математичне моделювання ударно-хвильових процесів гідроімпульсних систем гірничих машин: монографія / В.М. Сліденко, О. М. Сліденко – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во “Політехніка”, 2017. – 220 с.
- 4 Сліденко В.М., Шевчук С.П. Стабілізація функціонування гірничої машини з імпульсним виконавчим органом: монографія. - К.: НТУУ ”КПІ”, 2010.- 192 с.
5. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни “Комплекси, машини та обладнання геотехнічних виробництв” для студентів напряму підготовки 7.05070205 “Електромеханічні системи геотехнічних виробництв”. [Електронний ресурс]/ НТУУ ”КПІ”; уклад. В.М. Сліденко. –Електронні текстові дані (1 файл: 984 Кбайт). – К.: НТУУ “КПІ”, 2013. -43 с. – Назва з екрана. – Доступ : <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/7576>.
6. Подэрни Р.Ю. Горные машины и комплексы для открытых работ: Учебное пособие. В 2 т., Т.1 – 4-е изд. стер. - М.: Издательство Московского государственного горного университета. 2001. – 422 с.
7. Анухин В . И . Допуски и посадки. Выбор и расчет, указание на чертежах: Учеб. пособие. 2-е изд., перераб. и доп. СПб.: Изд-во СПбГТУ, 2001. 219 с.
8. Глибовець М.М., Олецький О.В. Штучний інтелект: Підруч. для студ. вищ. навч. закладів.- К.: Вид. дім “КМ Академія”, 2002.- 366 с.
9. Введение в мехатронику: Учеб. Пособие для студ. спец. ”Гидравл. и пневмат. машины”, ”Прикладная механика”, ”Инженерная механика”/ О.М. Яхно, А.В. Узунов, А.Ф. Луговой и др. – К.: НТУУ “КПИ”, 2008.- 528 с.

##### *Додаткова література*

10. Быховский И.И., Гольдштейн Б.Г. Основы конструирования вибробезопасных ручных машин.-М.: Машиностроение-1982. -224 с
11. Бугрименко Г.А. Автолисп – язык графического программирования в системе AutoCAD. – М.: Машиностроение. – 1992.-144 с.

##### *Інформаційні ресурси*

12. <http://emoev.kpi.ua>.
13. <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/7572>

**5. Методика опанування навчальної дисципліни(освітнього компонента)**

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин								
	Всього	у тому числі							
		Лекції	Практичні	Лабораторні роботи	Контрольна робота	РГР	Консультації	СРС	Екзамен
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Розділ 1. Адаптивні комплекси, робоче обладнання та визначення їх параметрів.</b>									
Тема 1.1. <i>Інженерне забезпечення проектування адаптивних комплексів електромеханічних та мехатронних систем.</i>	10	4	2	2	-	-	-	2	-
Тема 1.2 <i>Адаптивні машини та інтелектуальне обладнання електромеханічних систем в паливно-енергетичному комплексі.</i>	55	6	8	8	2	10	3	18	-
<b>Разом за розділом 1</b>	<b>65</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>2</b>	<b>10</b>	<b>3</b>	<b>20</b>	<b>-</b>
<b>Розділ 2 Застосування нейронних мереж в адаптивних електромеханічних системах</b>									
Тема 2.1 <i>Елементи теорії адаптивних електромеханічних та мехатронних систем заснованих на нейронних мережах.</i>	45	8	8	8	3	5	4,5	8,5	-
<b>Разом за розділом 2</b>	<b>45</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>4,5</b>	<b>8,5</b>	
<i>Всього годин</i>	<b>120</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>7,5</b>	<b>15</b>	<b>12,64</b>	<b>28,5</b>	<b>9,9</b>

## Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань
1	<p>Тема 1.1. <b>Інженерне забезпечення проектування адаптивних комплексів електромеханічних та мехатронних систем.</b></p> <p><u>Лекція 1.</u> Вступ до предмету "Адаптивні комплекси електромеханічних та мехатронних систем". Загальні поняття та класифікації. Визначення основних параметрів машини з маніпулятором.</p> <p><i>Обґрунтовується актуальність предмету " Адаптивні комплекси електромеханічних та мехатронних систем". Наводяться результати аналізу термінів і визначень, характерних для даних виробництв. Наводяться основні параметри кінематики машин з маніпуляторами (робочим обладнанням) - гідравлічних екскаваторів, математичні моделі та методика аналітичного визначення координат виконавчого органа та робочої зони. Розглядаються основні вимоги та методики для визначення параметрів стійкості базових машин з маніпулятором. Вводиться поняття динамічної стійкості. Пропонуються способи підвищення стійкості машин.</i></p> <p><b>Дидактичні засоби:</b> мультимедійна презентація, плакати і креслення, які пояснюють окремі положення лекції.</p> <p><b>Рекомендована література</b> [1] с. 11-22; [3] с.31-39; [5] с. 18-37.</p> <p><b>СРС:</b> Інформація з мережі Інтернет за темою, конспект лекції з аналізом поставлених задач та проблеми.</p> <p><u>Лекція 2.</u> Структурний аналіз та синтез кінематичної системи машини з маніпулятором. Метод суперелементів для визначення реакцій в шарнірах робочого обладнання маніпулятора.</p> <p><i>Наводяться елементи кінематичного аналізу з визначенням ступеню вільності механізмів за формулою Малишева. Наводяться елементи синтезу кінематичних систем з визначенням груп Ассура. Розглядаються розрахункові схеми, характерні для маніпуляторів гідравлічних екскаваторів. Наводиться методика векторно-аналітичного аналізу за допомогою суперелементів. Наводяться методика визначення реакцій в шарнірах робочого обладнання мехатронних комплексів.</i></p> <p><b>Рекомендована література</b> [2] с. 12-20; [4] с. 21-25.</p> <p><b>СРС:</b> Інформація з мережі Інтернет за темою, конспект лекції з аналізом поставлених задач та проблеми.</p> <p><u>Лекція 3.</u> Ідентифікація напружено-деформованого стану в елементах конструкції маніпулятора.</p> <p><i>Розглядається методика побудови епюр зовнішнього навантаження та визначення небезпечних перерізів. Проводиться аналіз диференціальних залежностей при згинанні. Наводяться приклади розрахунку та побудови епюр зовнішніх навантажень для рукояті і стріли.</i></p> <p><i>Наводиться методика для визначення напружено-деформованого стану елементів конструкції робочого обладнання машини. Аналізуються епюри напружень несиметричних перерізів. Наводяться особливості застосування теорій міцності для визначення еквівалентних напружень</i></p> <p><b>Дидактичні засоби:</b> мультимедійна презентація, фотографії та плакати, які пояснюють окремі положення лекції.</p> <p><b>Рекомендована література</b> [7] с. 32-68.</p> <p><b>СРС:</b> Інформація з мережі Інтернет за темою, конспект лекції з аналізом поставлених задач та проблеми.</p>

2	<p>Тема 1.2 <b>Адаптивні машини та інтелектуальне обладнання ЕМС в паливно-енергетичному комплексі.</b></p> <p><b>Лекція 4.</b> Щитові прохідницькі комплекси і комплекси обладнання для спорудження тунелів. Основи теорії і розрахунку прохідницьких щитів.</p> <p><i>Ідентифікована структура, область застосування та визначений основний елемент комплексу- прохідницький щит. Визначені системи обладнання щитів. Наведені елементи розрахунку основних параметрів прохідницьких щитів виходячи з їхнього призначення, конструкції і гірничотехнічних умов. До основних параметрів відносяться: продуктивність; габарити щита (зовнішній діаметр і довжина); коефіцієнт маневреності; маса; число домкратів, необхідних для пересування щита.</i></p> <p><i>Дидактичні засоби:</i> мультимедійна презентація, фотографії, плакати та креслення, які пояснюють окремі положення лекції.</p> <p><b>Рекомендована література</b> [3] с. 25-31. [4] с. 49-59.</p> <p><b>СРС:</b> Інформація з мережі Інтернет за темою, конспект лекції з аналізом поставлених задач та проблеми.</p> <p><b>Лекція 5.</b> Експлуатація нафтових і газових свердловин. Технологічні комплекси розроблені в НТУУ "КПІ ім. Ігоря Сікорського". Інтелектуальні свердловини.</p> <p><i>Обґрунтовані способи експлуатації свердловин, які розподіляються на наступні групи: фонтанний, коли нафта добувається зі свердловин самозливом; за допомогою енергії стиснутого газу, що вводиться в свердловину ззовні; насосний - добування нафти за допомогою насосів різних типів. Вибір способу експлуатації нафтових свердловин залежить від величини пластового тиску і глибини залягання пласта. Описані окремі види ремонту свердловин. Система підвищення продуктивності свердловин за допомогою комплексу "Імпульс К" та "Імпульс +". Наведені терміни та визначення та обґрунтована технологія функціонування інтелектуальної свердловини, яка включає наступні основні операції: спуск приладу й запис фонових параметрів; складання й обпресування електродвигуна ; установка децентратора на корпус (електровідцентрового насоса) (ЕВН); спуск установки (ЕВН) на насосно-компресорних трубах (НКТ) із кріпленням захисних децентраторів; монтаж планшайби із двома чепцевими введеннями; безпосередньо дослідження залежно від завдання.</i></p> <p><i>Дидактичні засоби:</i> мультимедійні засоби, презентація, плакати і схеми, які пояснюють окремі положення лекції.</p> <p><b>Рекомендована література</b> [6] с.71-107; [7] с.71-96. [8] с.88-98.</p> <p><b>СРС:</b> Інформація з мережі Інтернет за темою, конспект лекції з аналізом поставлених задач та проблеми.</p> <p><b>Лекція 6.</b> Адаптивні гідроімпульсні системи з керуванням програмованими логічними контроллерами.</p> <p><i>Наведена інформація з методів адаптивної стабілізації гідроімпульсних систем та наведені основні шляхи їх модернізації.</i></p> <p><i>Дидактичні засоби:</i> мультимедійні засоби, презентація, плакати і схеми, які пояснюють окремі положення лекції.</p> <p><b>Рекомендована література</b> [5] с.35-45.</p> <p><b>СРС:</b> Інформація з мережі Інтернет за темою, конспект лекції з аналізом поставлених задач та проблеми.</p>
3	<p>Тема 2.1 <b>Елементи теорії адаптивних електромеханічних та мехатронних систем заснованих на нейронних мережах</b></p> <p><b>Лекція 7.</b> Типова схема функціонування інтелектуальної системи. Нечіткі знання, лінгвістична змінна, елементи теорії. Конекціоністський підхід. Штучна нейронна мережа як механізм інтелектуального керування.</p> <p><i>Наведено аналіз технічних систем з точки зору нечітких множин. Визначено поняття</i></p>

"лінгвістична змінна" та визначення з теорії нечітких множин. Розглянуті приклади формування нечітких множин та операції з ними, структура нечіткого мікроконтролера.

Наводяться основні положення конекціоністкого підходу як спроби безпосереднього моделювання розумової діяльності людського мозку. Розглядається структура та функції штучного нейрона та нейронні мережі, які будуються за принципами організації й функціонування їхніх біологічних аналогів і які здатні вирішувати широке коло завдань керування складними об'єктами, розпізнавання образів, ідентифікації, прогнозування, оптимізації. Наводяться характеристики основних функцій активації.

**Дидактичні засоби:** мультимедійні засоби, презентація, плакати і схеми, які пояснюють окремі положення лекції.

**Рекомендована література** [10] с.48-69; [11] с.55-78. [12] с.18-69.

**СРС:** Інформація з мережі Інтернет за темою, конспект лекції з аналізом поставлених задач та проблеми.

**Лекція 8.** Види нейронних мереж та їх функції. Односпрямовані багат шарові мережі сигмоїдального типу. Навчання нейронної мережі.

Обґрунтовується об'єднання нейронів з утворенням системи – штучної нейронної мережі. В залежності від способу об'єднання нейронів мережі можуть бути мережами односпрямованими або рекурентними (зі зворотним зв'язком). У штучній нейронній мережі (ШНМ) нейрони поєднуються в шари, у яких відбувається паралельна обробка сигналу.

Наводиться типова форма керованого навчання мережі, коли для кожного набору даних, які подаються в процесі навчання на вхід мережі, відповідний вихідний набір відомий. Як правило на початку навчання вагові коефіцієнти встановлюються рівними випадковим малим значенням, так що в перший раз при пред'явленні мережі навчального зразка виявляється досить мало ймовірним, щоб мережа зробила вірний висновок. Розбіжність між тим, що дасть мережа, і тим, що для даного навчального набору повинно бути отримане насправді, складає помилку, що може використовуватися для коректування ваг. Наводиться приклад правила корекції помилок - дельта-правило, назване також правилом Відроу-Хоффа.

**Дидактичні засоби:** мультимедійні засоби, презентація, плакати і схеми, які пояснюють окремі положення лекції.

**Рекомендована література** [10] с.38-69; [11] с.45-78. [12] с.28-69.

**СРС:** Інформація з мережі Інтернет за темою, конспект лекції з аналізом поставлених задач та проблеми.

**Лекція 9.** Застосування інтелектуальних систем для енергозберігаючого функціонування електромеханічних систем на прикладі адаптації мультиплікаторного приводу до технологічних умов. Оглядова інформація за курсом.

Обґрунтовується застосування для електромеханічних систем моделей у вигляді багатомірних функцій багатьох змінних з можливістю використання однорідна двошарова нейронна мережа із сигмоїдальними передатними функціями.

Наводиться приклад керування мехатронною системою з мультиплікатором за допомогою однорідної двошарової нейронної мережі з вхідними параметрами: об'ємним модулем пружності рідини, площами торця мультиплікатора та поршня гідроциліндра, а також ходом штока мультиплікатора і показанням датчика тиску.

Проводиться узагальнення інформації за курсом.

**Дидактичні засоби:** мультимедійні засоби, презентація, плакати і схеми, які пояснюють окремі положення лекції.

**Рекомендована література** [10] с.88-99; [11] с.95-108. [12] с.118-169.

**СРС:** Інформація з мережі Інтернет за темою, конспект лекції з аналізом поставлених задач та проблеми..



## Практичні заняття

Основні завдання циклу практичних занять присвячені формуванню компетентностей моделювання засобами мови програмування AutoLISP в системі AutoCAD.

№ з/п	Назва теми заняття та перелік основних питань
1	<p data-bbox="256 331 1489 409"><b>Тема 1.1. Інженерне забезпечення проектування адаптивних комплексів електромеханічних та мехатронних систем.</b></p> <p data-bbox="256 416 1489 562"><u>Практичне заняття 1.</u> Аналіз кінематичної системи маніпулятора на прикладі робочого обладнання гідравлічного екскаватора Розглядається графічна модель кінематичної системи робочого обладнання екскаватора.</p> <p data-bbox="256 568 1489 647">Кожному студенту за варіантом видаються вхідні дані для розрахунку проектних параметрів кінематичної системи робочого обладнання гідравлічного екскаватора.</p> <p data-bbox="256 654 1489 822">Задача: - визначити раціональні параметри кінематичної системи екскаватора за варіантом та екстремальну характеристику, яка формує максимальну робочу зону. Результат практичного заняття: видання необхідної інформації студенту для самостійної роботи по виконанню розрахунків та для оформлення звіту в заданій формі.</p> <p data-bbox="256 828 555 864"><b>Дидактичні засоби:</b></p> <p data-bbox="256 871 1489 965">1) зразок виконання та оформлення у вигляді звіту одного з варіантів практичної роботи, методичні вказівки, які дозволяють сформулювати вхідні дані для виконання та пояснюють хід виконання практичної роботи.</p> <p data-bbox="256 972 1489 1050">2) комп'ютерна навчальна програма реалізована на ЕОМ для аналізу та контролю правильності розрахунків, які виконують студенти.</p> <p data-bbox="256 1057 1007 1093"><b>Рекомендована література [1] с.4-25; [7] с. 32-48.</b></p> <p data-bbox="256 1099 1075 1135"><b>СРС:</b> Виконання завдань за варіантами за даною темою.</p> <p data-bbox="256 1142 1489 1261"><u>Практичне заняття 2.</u> Визначення параметрів стійкості маніпулятора Досліджується стійкість маніпулятора при його установці на горизонтальній площадці та площадці під заданим кутом з урахуванням кутової швидкості повороту платформи.</p> <p data-bbox="256 1267 1222 1303">Задача: визначити запас стійкості маніпулятора за варіантом.</p> <p data-bbox="256 1310 1489 1386">Результат практичного заняття: визначення параметрів стійкого функціонування маніпулятора.</p> <p data-bbox="256 1393 619 1429"><b>Дидактичні засоби:</b></p> <p data-bbox="256 1435 1489 1494">1) зразок виконання та оформлення у вигляді звіту одного з варіантів практичної роботи, методичні вказівки;</p> <p data-bbox="256 1500 1489 1579">2) комп'ютерна навчальна програма реалізована на ЕОМ (MathCAD) для аналізу та контролю правильності розрахунків, які виконують студенти.</p> <p data-bbox="256 1585 858 1621"><b>Рекомендована література [7] с.22-53.</b></p> <p data-bbox="256 1628 1091 1664"><b>СРС:</b> Виконання завдань за варіантами за даною темою.</p> <p data-bbox="256 1671 1489 1727"><b>Тема 1.2. Адаптивні машини та інтелектуальне обладнання ЕМС в паливно-енергетичному комплексі</b></p> <p data-bbox="256 1733 1489 1812"><u>Практичне заняття 3.</u> Розрахунок реакцій в шарнірах робочого обладнання маніпулятора</p> <p data-bbox="256 1818 1489 1995">Розглядається практична реалізація методу суперелементів для визначення реакцій в шарнірах робочого обладнання гірничої машини на прикладі робочого обладнання гідравлічного екскаватора. Кожному студенту за варіантом видаються параметри гідроприводу та характеристики робочих режимів навантаження на виконавчий орган. Задача: - визначити реакції в шарнірах та гідроциліндрах робочого обладнання для одного найбільш характерного положення.</p> <p data-bbox="256 2002 1489 2103">Результат практичного заняття: видання необхідної інформації студенту для самостійної роботи по розрахунку реакцій в шарнірах робочого обладнання та оформленні звіту в заданій формі.</p> <p data-bbox="256 2110 555 2145"><b>Дидактичні засоби:</b></p> <p data-bbox="256 2152 1489 2188">1) зразок виконання та оформлення у вигляді звіту одного з варіантів практичної</p>

	<p>роботи, методичні вказівки, матеріали практичної роботи, які дозволяють сформулювати вхідні дані для виконання та пояснюють хід виконання практичної роботи.</p> <p>2) комп'ютерна програма (MathCAD), яка демонструє реалізацію аналітичного методу суперелементів для визначення реакцій в шарнірах робочого обладнання.</p> <p><b>Рекомендована література</b> [1] с. 4-7; [7] с. 76-112.</p> <p><b>СРС:</b> Виконання завдань за варіантами за даною темою.</p> <p>Тема 2.1 <b>Елементи теорії адаптивних електромеханічних та мехатронних систем заснованих на нейронних мережах.</b></p> <p><u>Практичне заняття 4.</u> Розрахунок значень і побудова епюр зовнішніх навантажень на маніпулятор</p> <p>Розглядається варіант графоаналітичного визначення та побудови епюр поздовжніх та поперечних сил, згинальних та крутних моментів для одного екстремального положення робочого обладнання гідравлічного екскаватора на основі попереднього практичного заняття з використанням тієї ж кінематичної схема екскаватора.</p> <p>Кожний студент за попереднім варіантом розраховує і будує епюри зовнішніх навантажень на робочий орган (стрілу, рукоять). Задача: - епюри повинні бути побудовані для екстремального найбільш небезпечного, з точки зору навантаження, положення робочого органа. Розробляється алгоритм розрахунку поперечного перерізу елемента маніпулятора з <b>властивістю інтелектуальної адаптації</b> до зовнішнього навантаження.</p> <p>Результат практичного заняття: видання необхідної інформації студенту для самостійної роботи по розрахунку та побудові епюр зовнішніх навантажень робочого обладнання та оформлені звіту в заданій формі.</p> <p><b>Дидактичні засоби:</b></p> <p>1) зразок виконання та оформлення у вигляді звіту одного з варіантів практичної роботи, методичні вказівки, матеріали попередньої практичної роботи, які дозволяють сформулювати вхідні дані для виконання та пояснюють хід виконання практичної роботи.</p> <p>2) комп'ютерна програма (MathCAD), яка демонструє реалізацію аналітичного методу побудови епюр в графічному режимі на ЕОМ.</p> <p><b>Рекомендована література</b> [1] с. 5-11; [7] с. 123-138.</p> <p><b>СРС:</b> Виконання завдань за варіантами за даною темою.</p>
--	---

## Лабораторні заняття

Основні завдання лабораторних занять присвячені формуванню компетентностей з дослідження характеристик елементів електромеханічних систем.

№ з/п	Назви лабораторних робіт	Кількість ауд. годин
1	<u>Лабораторна робота 1.</u> Адаптивна гідроімпульсна система прохідницького маніпулятора. Конструкція та принцип дії	2
2	<u>Лабораторна робота 2.</u> Дослідження впливу параметрів пневмоакумулятора на процес адаптації гідроімпульсної системи (ГІС) з мехатронним керуванням.	4
3	<u>Лабораторна робота 3.</u> Синтез параметризованого елемента гідроімпульсної системи програмування мовою AutoLISP в AutoCAD	6
4	<u>Лабораторна робота 4.</u> Адаптивні мультиплікатори тиску електрогідравлічного приводу.	4

## Самостійна робота студента

Години відведені на самостійну роботу студента зазначені в п.5. Методика опанування навчальної дисципліни, це підготовка до виконання та захисту практичних та лабораторних робіт, а також підготовка до модульної контрольної роботи іспиту.

№ з/п	Назва теми, що виноситься на самостійне опрацювання	Кількість годин СРС
1	<p><b>Розрахунково-графічна робота</b></p> <p>Метою розрахунково-графічної роботи є вироблення студентами вміння і навичок в проведенні елементів науково-дослідної роботи. Розрахунково-графічна робота включає аналіз науково-технічних публікацій, патентів та інформації з мережі Інтернет з метою формування наукового напрямку з наступним формуванням теми магістерської дисертації. В РГР проводиться вибір та ідентифікація математичної моделі характерного процесу функціонування об'єкту дослідження. Текстова частина - 15 сторінок формату А4 з урахуваннями стандартів ЄСКД. Текстова частина виконується із застосуванням текстового редактора Word, шрифт Times New Roman, висота шрифту 14, міжрядковий інтервал 1,5. В тексті не допускаються необґрунтовані прогалини та порожнини. Графічна частина виконується на форматі А2 з застосуванням системи AutoCAD.</p> <p><b>Захист РГР</b> проходить в визначені терміни, але не пізніше ніж за тиждень до сесії.</p>	15
2	<p><b>Передекзаменаційні консультації</b></p> <p>Мета консультацій - максимальна адаптація студентів до вимог проведення екзамену.</p> <p>На консультаціях розглядаються питання з лекційного курсу, курсу практичних та лабораторних робіт, інформація з яких винесена в екзаменаційні білети.</p>	12,54

### Політика та контроль

#### 6. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

**Вивчення навчальної дисципліни "Адаптивні комплекси електромеханічних та мехатронних систем" потребує від здобувача вищої освіти:**

- дотримання навчально-академічної етики;
- дотримання графіку навчального процесу;
- бути зваженим, уважним на заняттях;
- систематично опрацьовувати теоретичний матеріал;
- дотримання графіку захисту практичних та лабораторних робіт. Відповідь здобувача повинна демонструвати ознаки самостійності виконання поставленого завдання, відсутність ознак повторюваності та плагіату.

Якщо здобувач вищої освіти був відсутній на лекції, то йому слід відпрацювати цю лекцію у інший час (з іншою групою, на консультації).

Якщо здобувач вищої освіти був відсутній на практичних та лабораторних заняттях, то йому слід відпрацювати ці заняття у інший час (з іншою групою, на консультації).

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

Рейтинг студента з кредитного модуля складається з балів, що він отримує за:

- 1) виконання 1 модульної контрольної роботи;
- 2) виконання та захисту 4 лабораторних робіт;
- 3) виконання та захисту 4 практичних завдань;
- 5) виконання та захисту розрахунково-графічної роботи;
- 4) відповідь на іспиті;

**Система рейтингових балів та критерії оцінювання:**

	вчасна здача	1 перездача (протягом двох тижнів від початкового контролю)	2 перездача (без дотримання термінів виконання)
<b>1. Виконання модульної контрольної роботи:</b>			
- повністю правильно виконана робота	10	9	8
- робота виконана з незначними помилками	8	7	5
- робота не зарахована	0	0	0
- відсутність на модульно-контрольній роботі без поважної причини	-3		
<b>2. Виконання лабораторних робіт:</b>			
- лабораторна робота захищена з відмінним володінням матеріалом	5	4,5	4
- лабораторна робота виконана та захищена з незначними помилками	4	3,5	3
- відсутність на лабораторному занятті без поважної причини	-1		
- лабораторна робота не виконана			-2
<b>3. Виконання практичних завдань:</b>			
- завдання захищено з відмінним володінням матеріалу	5	4,5	4
- завдання виконано з задовільним володінням матеріалу	4	3,5	3
- завдання не виконано	0	0	0
- відсутність на практичному занятті без поважних причин			-1
<b>4. Виконання РГР</b>			
- завдання захищено з відмінним володінням матеріалу	10	9,5	8
- завдання виконано з задовільним володінням матеріалу	8,5	7	6
- завдання не виконано	0	0	0

**Розрахунок шкали (RC) рейтингу**

$$RC(\max) = 10 + 4 \cdot 5 + 4 \cdot 5 + 10 = 60 \text{ балів}$$

$$RC(\min) = 5 + 4 \cdot 3 + 4 \cdot 3 + 6 = 35 \text{ балів}$$

За результатами навчальної роботи за перші 7 тижнів максимальна сума набраних балів складає 25 балів (2 пр., 2 лаб., 0.5 РГР). На першій атестації (8-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше  $0,5 \cdot 25 = 12,5$  балів.

**За результатами 13 тижнів** навчання максимальна сума набраних балів має складати 53 балів (4 пр., 3 лаб., 1 МКР, 0,8 РГР). На другій атестації (14-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг **не менше  $0,5 \cdot 53 = 26,5$  балів**.

**На іспиті** студенти виконують письмову контрольну роботу. Кожне завдання містить два теоретичних питання і одне практичне. Кожне теоретичне питання оцінюється у 15 балів, практичне – 10 балів.

*Система оцінювання теоретичних питань:*

- «відмінно», повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 15 балів;
- «добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації), або повна відповідь з незначними неточностями – 11 балів;
- «задовільно», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки – 9 балів;
- «незадовільно», незадовільна відповідь (не відповідає вимогам на «задовільно») – 0 балів.

*Система оцінювання практичного питання:*

- «відмінно», повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 10 балів;
- «добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації), або повна відповідь з незначними неточностями – 7,5 балів;
- «задовільно», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки – 6 балів;
- «незадовільно», незадовільна відповідь (не відповідає вимогам на «задовільно») – 0 балів.

#### **Шкала рейтингових балів та критерії оцінювання екзамену (RE):**

	бали
- повністю правильна відповідь	40...38
- відповідь з незначними помилками	37...30
- відповідь з помилками	29...20
- відповідь не зарахована	19-0

**Рейтингова шкала з дисципліни складає  $R=RC+RE=60+40=100$  балів**

Переведення рейтингових балів до оцінок за університетською шкалою

<i>Рейтингові бали, RD</i>	<i>Оцінка за університетською шкалою</i>
$95 \leq RD \leq 100$	Відмінно
$85 \leq RD \leq 94$	Дуже добре
$75 \leq RD \leq 84$	Добре
$65 \leq RD \leq 74$	Задовільно
$60 \leq RD \leq 64$	Достатньо
$RD < 60$	Незадовільно
Невиконання умов допуску до семестрового контролю	Не допущено

Необхідною умовою допуску до екзамену є повне виконання навчального плану, а також попередній рейтинг не менше 30 балів та не менш ніж одна позитивна атестація.

Студенти, які виконують додаткові завдання та проявлять творчу ініціативу отримують заохочувальні бали від 1 до 10.

#### **8. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)**

Контрольні запитання

**з дисципліни "Адаптивні комплекси електромеханічних та мехатронних систем"**

1. Навести визначення понять про енергозбереження та рекуперацію.
2. Обґрунтувати поняття "адаптивний комплекс".

3. Структурний аналіз кінематики.
4. Пояснити суть формули Малишева.
5. Елементи структурного синтезу.
6. Навести залежності, які дозволяють визначення параметрів стійкості базової машини з маніпулятором.
7. Навести відомі способи підвищення стійкості гірничих машин.
8. В чому полягає метод суперелементів для визначення реакцій в шарнірах робочого обладнання маніпулятора.
9. Навести методику побудови епюр поздовжніх, поперечних сил та згинальних моментів для елементів конструкції маніпулятора.
10. Визначення напружено-деформованого стану в елементах конструкції маніпуляторів. Теорії міцності.
11. Основні поняття та визначення мехатроніки.
12. CALS-Технології та їх застосування в життєвому циклі комплексу.
13. Аналіз структури та функцій гідроприводу маніпулятора як модуля мехатроніки. Відкрита схема гідроприводу.
14. Щитові прохідницькі комплекси. Загальні поняття.
15. Розрахунок параметрів процесу різання породи роторним щитовим виконавчим органом.
16. Навести схеми експлуатації нафтових і газових свердловин.
17. Технологічні комплекси розроблені в НТУУ "КПІ ім. Ігоря Сікорського".
18. Інтелектуальні свердловини.
19. Адаптивні гідроімпульсні системи з керуванням програмованими логічними контроллерами.
20. Навести типову схему функціонування інтелектуальної системи.
21. Нечіткі знання, лінгвістична змінна.
22. Пояснити сутність конекціоністського підходу до формування інтелектуальних систем.
23. Структура штучної нейронної мережі, як механізму інтелектуального керування.
24. Види нейронних мереж та їх функції.
25. Односпрямовані багат шарові мережі сигмоїдального типу. Навчання нейронної мережі.
26. Структура адаптивної мехатронної системи на прикладі адаптивного мультиплікаторного привода до технологічних умов функціонування маніпулятора.

**Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):**

**Складено** д.т.н., проф. Сліденко Віктор Михайлович

**Ухвалено** кафедрою АЕМК (протокол № 1 від 31.08.2021)

**Погоджено** Методичною комісією інституту ІЕЕ (протокол №1 від 31.08.2021)