



# Нелінійні задачі та ідентифікація електротехнічних та мехатронних комплексів

## Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

### Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>14 – Електрична інженерія</i>
Спеціальність	<i>141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка</i>
Освітня програма	<i>Електромеханічні та мехатронні системи енергоємних виробництв</i>
Статус дисципліни	<i>Обов'язкова</i>
Форма навчання	<i>очна/дистанційна/змішана</i>
Рік підготовки, семестр	<i>V осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>5 кредити ESTC (150 год.)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Іспит, МКР</i>
Розклад занять	<i>36 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>ст. викладач Поліщук Валентина Омелянівна valemp@ukr.net</i>
Розміщення курсу	<a href="https://do.ipkpi.ua/course/view.php?id=2522">https://do.ipkpi.ua/course/view.php?id=2522</a>

### Програма навчальної дисципліни

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

В дисципліні розглядаються основні принципи побудови математичних моделей динамічних систем на прикладах імпульсних генераторів коливань з урахуванням нелінійних дисипаційних та резонансних характеристик. Дисципліна закладає основи для поглиблення знань за спеціальними предметами та 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, та підготовці курсових та дипломного проекту з застосуванням математичного моделювання, CAD - технологій, інформаційних систем та баз даних, програмного забезпечення, мультимедійних систем та Інтернет технологій, методологій проектування та САПР, а також дисциплін, які передбачають системне дослідження, комп'ютерну обробку даних з циклу дисциплін професійно-практичної підготовки студентів, які вивчаються на старших курсах.

**Мета** вивчення дисципліни полягає в формуванні у студентів знань та навичок з розв'язання нелінійних задач та ідентифікації мехатронних систем моделюванням, яке опосередковано через комплексне використання розділів математики, механіки, інформатики та теорії моделювання у їх взаємозв'язку. Такий підхід використовується при поглибленому вивченні спеціальних дисциплін, а надалі - в науковій і виробничій діяльності..

**Предметом** вивчення дисципліни являється розв'язання нелінійних задач та ідентифікація мехатронних систем методом математичного моделювання, динаміка мехатронних систем, програмне забезпечення, програмування мовами C# та AutoLISP, розробка проектів в середовищах відповідно C# та AutoCad, розробка алгоритмів і проектів для задач моделювання.

Вивчення цих питань базується на розділах вищої математики, обчислювальної техніки та програмування, комп'ютерної графіки, технічної механіки, гідравліки та гідроприводу, фізики. Суміжними дисциплінами являються: електропривод, автоматизація технологічних процесів.

В результаті вивчення дисципліни «Нелінійні задачі та ідентифікація електротехнічних та мехатронних комплексів» студенти отримують такі компетентності:

- загальні:

- 1) здатність до абстрактного мислення, аналізу і синтезу (ЗК1),
- 2) здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях (ЗК2)
- 3) здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово (ЗК3),
- 4) здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел (ЗК5),
- 5) здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми (ЗК6).
- 6) здатність працювати в команді (ЗК7),
- 7) здатність працювати автономно (ЗК8),

- фахові:

- 1) здатність вирішувати практичні задачі із застосуванням систем автоматизованого проектування і розрахунків (ФК1),
- 2) здатність вирішувати практичні задачі із залученням методів математики, фізики та електротехніки (ФК2),
- 3) здатність виконувати професійні обов'язки із дотриманням вимог правил техніки безпеки, охорони праці, виробничої санітарії та охорони навколишнього середовища (ФК8),
- 4) усвідомлення необхідності постійно розширювати власні знання про нові технології в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці (ФК10),

та програмні результати навчання:

- 1) здійснювати аналіз процесів в електроенергетичному, електротехнічному та електромеханічному обладнанні, відповідних комплексах і системах (ПРН7),
- 2) знаходити необхідну інформацію в науково-технічній літературі, базах даних та інших джерелах інформації, оцінювати її релевантність та достовірність (ПРН10),
- 3) вміти самостійно вчитися, опановувати нові знання і вдосконалювати навички роботи з сучасним обладнанням, вимірною технікою та прикладним програмним забезпеченням (ПРН18),
- 4) творчо застосовувати базові знання в галузі інформатики і сучасних інформаційних технологій, мати навички програмування та використання програмних заходів і роботи в комп'ютерних мережах, використовувати інтернет-ресурси та демонструвати уміння розробляти алгоритми та програми в галузі створення новітніх машин та механізмів енергоємних виробництв (ПРН22).

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

*Вивчення дисципліни базується на курсах: 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.** Нелінійні задачі та математичне моделювання мехатронних систем з програмуванням в середовищі C#.

Тема 1.1. Синтез нелінійних задач та математичних моделей мехатронних систем.

Тема 1.2. Ідентифікація математичних моделей елементів мехатронних систем.

**Розділ 2.** Математичне моделювання мехатронних систем з програмуванням мовою AutoLISP в середовищі AutoCAD.

Тема 2.1. Елементи програмування мовою ALISP та параметризація об'єктів моделювання.

Тема 2.2. Синтез технічних об'єктів в сучасних системах моделювання та САПР.

#### 4. Навчальні матеріали та ресурси

##### *Основна література*

1. 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.
2. Сліденко В.М., Поліщук В.О. Математичне моделювання та ідентифікація електромеханічних систем. Лабораторний практикум: посібник.-К: НТУУ ”КПІ імені Ігоря Сікорського”. 2020. – 61с.
3. Стабілізація функціонування гірничої машини з імпульсним виконавчим органом/ Сліденко В.М., Шевчук С.П. -К.: НТУУ ”КПІ ”., 2010 -192 с.
- 4 . Адаптивне функціонування імпульсних виконавчих органів гірничих машин / Сліденко В.М., Шевчук С.П., Замарасва О.В., Лістовщик Л.К. -К.: НТУУ "КПІ", 2013 -179 с.
5. 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.
6. Дубовой, В. М. Ідентифікація та моделювання технологічних об’єктів і систем керування : навчальний посібник / В. М. Дубовой. – Вінниця : ВНТУ, 2012. – 308 с.
7. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни “Математичне моделювання електромеханічних систем” для студентів напряму підготовки 6.050702 ”Електромеханіка” [Електронний ресурс]/ НТУУ ”КПІ”; уклад. В.М. Сліденко, В.О. Поліщук. – Електронні текстові дані (1 файл: 940 Кбайт). – К.: НТУУ “КПІ”, 2013. -43 с. – Назва з екрана. – Доступ : <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/7577>
8. Вища математика із застосуванням інформаційних технологій: Підручник / В.П. Івашенко, Г.Г. Швачич, В.С. Коноваленков, Т.М.Заборова, В.І. Христьян . - Дніпропетровськ, 2013. – 425 с.

##### *Додаткова література*

9. Інформаційні технології: Системи комп’ютерної математики [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності «Автоматизація та комп’ютерно-інтегровані технології» / І. В. Кравченко, В. І. Микитенко; КПІ ім. Ігоря Сікорського . – Електронні текстові дані (1 файл: 5,57 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 243с.  
[https://oer.kpi.ua/downloads/disc/inf\\_t/posibn\\_Krav\\_Myk.pdf](https://oer.kpi.ua/downloads/disc/inf_t/posibn_Krav_Myk.pdf)
10. Бадаєв Ю.І. Теорія функціонального програмування. Мови CommonLISP та AutoLISP. Навчальний посібник.-К.:ІСДО,КПІ.-1999.-150с.

##### *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	СРС	Екзамен
1	2	3	4	5	6	7
Вступ.	<b>2</b>	<b>2</b>	-	-	-	
<b>Розділ 1. Нелінійні задачі та математичне моделювання електромеханічних систем з програмуванням в середовищі C#</b>						
Тема 1.1 Синтез нелінійних задач та математичних моделей мехатронних систем.	32	10	2	2	18	-
Тема 1.2 Ідентифікація математичних моделей елементів мехатронних систем.	52	16	2	16	18	-
<b>Разом за розділом 1</b>	<b>84</b>	<b>26</b>	<b>4</b>	<b>18</b>	<b>36</b>	<b>-</b>
<b>Розділ 2. Математичне моделювання мехатронних систем з програмуванням мовою AutoLISP в середовищі AutoCAD.</b>						
Тема 2.1 Елементи програмування мовою ALISP та параметризація об'єктів моделювання.	36	8	14	-	14	-
Тема 2.2. Синтез технічних об'єктів в сучасних системах моделювання та САПР	8	2	-	-	6	-
<b>Разом за розділом 2</b>	<b>44</b>	<b>10</b>	<b>14</b>	<b>-</b>	<b>20</b>	<b>-</b>
<b>Екзамен</b>	<b>22</b>				<b>20</b>	<b>2</b>
<i>Всього годин</i>	<b>150</b>	<b>36</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>76</b>	<b>2</b>

- Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань
1	<p><b>Вступ. Мета і задачі дисципліни " Нелінійні задачі та ідентифікація електротехнічних та мехатронних комплексів " .</b></p> <p><i>Лекція 1.</i> Вступ. Нелінійні задачі та основні математичні моделі мехатронних систем, а також способи їх формування. Моделі гідроімпульсних систем.</p> <p><i>Аналізуються мета, задачі та особливості вивчення дисципліни " Нелінійні задачі та ідентифікація мехатронних систем". Розглядаються основні нелінійні задачі при дослідженні мехатронних систем та типові моделі (Гука, Ньютона, Максвелла, Кельвіна, їх формування та комбінації). Розглядається конструктивна та розрахункова схема гідромолота.</i></p> <p><i>Дидактичні засоби:</i> мультимедійні засоби, презентація, плакати та рисунки, які пояснюють окремі положення лекції.</p> <p><i>Рекомендована література:</i> [6] с. 6-12; [7] с.11-29; [8] с. 48-57.</p> <p><i>СРС:</i> Інформація з мережі Інтернет за темою, конспект лекції з аналізом поставлених задач та проблеми.</p>
2	<p><b>Тема 1.1 Синтез математичних моделей.</b></p> <p><i>Лекція 2.</i> Зведення до еквівалентних основних параметрів динамічної системи</p> <p><i>Розглядаються основні принципи зведення сил та моментів сил, мас та моментів інерції, а також жорсткостей до еквівалентних. Послідовні та паралельні з'єднання жорсткостей окремих елементів та їх зведення до еквівалентних.</i></p> <p><i>Дидактичні засоби:</i> мультимедійні засоби, презентація, плакати та рисунки, які пояснюють окремі положення лекції.</p> <p><i>Рекомендована література</i> [3] с. 45-62; [7] с.30-39; [8] с. 58-66.</p> <p><i>СРС:</i> Інформація з мережі Інтернет за темою, конспект лекції з аналізом поставлених задач та проблеми.</p> <p><i>Лекція 3.</i> Дисипація енергії в механічній системі. Визначення еквівалентного коефіцієнта дисипації.</p> <p><i>Розглядаються основні моделі які відображають явище розсіювання енергії в динамічній системі. Математична модель дисипації. Явище затухання коливань та коефіцієнт дисипації.</i></p> <p><i>Дидактичні засоби:</i> мультимедійні засоби, презентація, плакати та рисунки, які пояснюють окремі положення лекції.</p> <p><i>Рекомендована література</i> [3] с. 55-67; [7] с.40-49; [8] с. 68-77.</p> <p><i>СРС:</i> Інформація з мережі Інтернет за темою, конспект лекції з аналізом поставлених задач та проблеми.</p> <p><i>Лекція 4.</i>Формування одномасової моделі елемента динамічної системи.</p> <p><i>Розглядається застосування принципу Германа-Даламбера стосовно формування диференціального рівняння руху елемента конструкції машини. Досліджується процес вільних коливань інтегруванням однорідного диференціального рівняння руху елемента машини. Гармонічні і затухаючі вільні коливання.</i></p> <p><i>Дидактичні засоби:</i> мультимедійні засоби, презентація, плакати та рисунки, які пояснюють окремі положення лекції.</p> <p><i>Рекомендована література</i> [2] с. 98-112; [3] с.96-119; [8] с. 118-127.</p> <p><i>СРС:</i> Інформація з мережі Інтернет за темою, конспект лекції з аналізом поставлених задач та проблеми.</p>
3	<p><b>Тема 1.2 Ідентифікація математичних моделей елементів мехатронних систем</b></p>

Лекція 5. Вимушені коливання. Диференціальне рівняння вимушених коливань та його розв'язок.

*Розглядається інтегрування диференціальних неоднорідних рівнянь методом невизначених коефіцієнтів для різноманітних форм правої частини. Вимушені синусоїдальні коливання. Графічна інтерпретація перехідного процесу та його аналіз.*

*Дидактичні засоби:* мультимедійні засоби, презентація, плакати та рисунки, які пояснюють окремі положення лекції.

**Рекомендована література** [2] с. 110-122; [3] с.131-139; [8] с. 122-127.

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

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

Лекція 6. Дослідження коливань одномасової моделі за умов досягнення резонансу.

*Розглядається загальний розв'язок диференціального рівняння з правою частиною за умови досягнення максимального значення амплітуди коливань. Розглядається рух елемента системи в залежності від коефіцієнта дисипації та частотного параметра. Розглядаються умови входження механічної системи в резонанс. Досліджується поведінка елемента системи після виконання умов входження в резонанс.*

*Дидактичні засоби:* мультимедійні засоби, презентація, плакати та рисунки, які пояснюють окремі положення лекції.

**Рекомендована література** [2] с. 120-126; [8] с.131-139; [9] с. 88-97.

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

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

Лекція 7. Параметричні і нелінійні дискретні моделі та їх ідентифікація

*Розглядаються особливості руху елементів конструкції в реальній системі. Формуються основні моделі руху в нелінійних системах, які відображаються за допомогою фазових портретів.*

*Дидактичні засоби:* мультимедійні засоби, презентація, плакати та рисунки, які пояснюють окремі положення лекції.

**Рекомендована література** [3] с. 141-152; [8] с.151-159.

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

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

Лекція 8. Структура простору станів. Дослідження руху для нелінійних дискретних моделей методом фазових координат.

*Розглядається структура простору станів та типи особливих точок. Наводяться типові фазові портрети енергетичних станів, які характеризують поведінку динамічної системи.*

*Дидактичні засоби:* мультимедійні засоби, презентація, плакати та рисунки, які пояснюють окремі положення лекції.

**Рекомендована література** [3] с. 162-172; [8] с.131-139.

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

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

Лекція 9. Імпульсно-хвильова взаємодія в системі "бойок - інструмент - масив". Модель Герца. Енергетична модель удару.

Розглядається підхід до явища співудару на основі відкриття Александровим (патент на відкриття №13) нового явища, при якому на параметри удару має вплив геометрична форма тіл співудару та їх енергетичні параметри. Розглядаються параметри ударної взаємодії на основі залежності контактної сили від контактної деформації для моделі Герца. Розглядається енергетична модель удару, яка базується на гіпотезі за якою передбачається, що при ударі кінетична енергія переходить в потенціальну енергію деформації так, що всі перерізи стержня знаходяться в однаковому напруженому стані.

**Дидактичні засоби:** мультимедійні засоби, презентація, плакати та рисунки, які пояснюють окремі положення лекції.

**Рекомендована література** [8] с. 92-99; [12] с. 120-139.

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

**Лекція 10.** Хвильова модель удару Сен-Венана. Модель Сірса.

Розглядається хвильова модель удару Сен-Венана, яка найбільш повно відображає реальний динамічний процес взаємодії стержневих елементів в системі "бойок-інструмент". Розглядається хвильова модель удару, яка враховує контактні деформації тіл (модель Сірса) і яка ґрунтується на врахуванні місцевої та загальної деформацій.

**Дидактичні засоби:** мультимедійні засоби, презентація, плакати та рисунки, які пояснюють окремі положення лекції.

**Рекомендована література** [12] с. 99-108; [13] с. 84-92.

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

**Лекція 11.** Аналіз хвильового процесу співудару бойка з інструментом

Розглядається хвильове рівняння коливань стержня при ударі та його розв'язок методом Фур'є (стоячих хвиль). Обґрунтовується вплив хвильової складової на коефіцієнт передачі енергії масиву.

**Дидактичні засоби:** мультимедійні засоби, презентація, плакати та рисунки, які пояснюють окремі положення лекції.

**Рекомендована література** [12] с. 96-108; [12] с. 131-139.

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

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

**Лекція 12.** Математична модель стійкості маніпулятора, як елемента електромеханічної системи

Аналізуються поняття статичної та динамічної стійкості та вводяться критерії їх оцінки.

**Дидактичні засоби:** мультимедійні засоби, презентація, плакати та рисунки, які пояснюють окремі положення лекції.

**Рекомендована література** [12] с. 96-108; [12] с. 131-139.

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

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

4 **Тема 2.1 Елементи програмування мовою ALISP та параметризація об'єктів моделювання**

**Лекція 13.** Сценарні файли формування інтерфейсу "ALISP - ACAD".

Розглядаються варіанти підготовки робочого середовища ACAD до раціонального використання програм ALISP. Структура файлів SCR та їх запуск в Windows та AutoCAD. Приклади пакетних та сценарних файлів ACAD.



*Дидактичні засоби:* мультимедійні засоби, презентація, плакати та рисунки, які пояснюють окремі положення лекції.

*Рекомендована література* [10] с. 66-69; [4] с.15-49.

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

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

*Лекція 14.* Мови програмування за проблемою "Штучний інтелект". Вступ до програмування мовою AutoLISP.

*Розглядається клас реляційних моделей за проблемою "Штучний інтелект" та мови програмування LISP та Пролог. Особливості розширення LISP до AutoLISP в системі AutoCAD.*

*Дидактичні засоби:* мультимедійні засоби, презентація, плакати та рисунки, які пояснюють окремі положення лекції.

*Рекомендована література* [4] с. 4-10; [10] с.4-19.

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

*Лекція 15.* Структура програми мовою AutoLISP.

*Розглядається структура програми мовою AutoLISP та її елементи. Поняття атома та списку. Приклади типів атомів та списків. Функція як окремий вид списку. Реалізація функцій інтерпретатором ALISP в ACAD.*

*Дидактичні засоби:* мультимедійні засоби, презентація, плакати та рисунки, які пояснюють окремі положення лекції.

*Рекомендована література* [4] с. 8-22; [10] с.11-39.

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

*Лекція 16.* Лексика мови AutoLISP. Функції користувача та їх реалізація мовою AutoLISP.

*Розглядається стандартні математичні функції та їх реалізація на прикладах. Функції типу Get для введення графічних об'єктів ACAD. Способи введення точок в ALISP та в ACAD. Приклади програм мовою ALISP. Розглядаються особливості раціональної будови функцій користувача в процесі моделювання мовою AutoLISP. Логічна обробка інформації в ALISP. Розгалуження та цикли. Приклади програм мовою ALISP.*

*Дидактичні засоби:* мультимедійні засоби, презентація, плакати та рисунки, які пояснюють окремі положення лекції.

*Рекомендована література* [4] с. 11-52; [10] с.31-69.

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

5 **Тема 2.2 Синтез технічних об'єктів в сучасних системах моделювання та САПР**  
*Лекція 17.* Практичне застосування мови AutoLISP в задачах електромеханіки та мехатроніки.

*Розглядаються сучасні системи автоматизованого проектування в яких використовуються сучасні системами моделювання та автоматизації інженерних розрахунків і аналізу CAE (Computer-aided engineering). Дані з CAD-Систем передаються в САМ (англ. Computer-aided manufacturing — система автоматизованої розробки програм обробки деталей для верстатів зі ЧПУ або ГАВС (Гнучких автоматизованих виробничих систем). Наводяться основні положення CALS- технологій.*

*Дидактичні засоби:* мультимедійні засоби, презентація, плакати та рисунки, які пояснюють окремі положення лекції.

*Рекомендована література* [11] с.178-179.



<p><b>СРС:</b> Інформація з мережі Інтернет за темою, конспект лекції з аналізом поставлених задач та проблеми.</p> <p><u>Лекція 18.</u> Оглядова лекція за курсом.</p> <p>Огляд сучасних систем моделювання: ANSYS та SolidWorks. Проводиться систематизація інформації за курсом лекцій з визначенням проблем та методів їх розв'язання</p> <p><b>Дидактичні засоби:</b> мультимедійні засоби, презентація, плакати та рисунки, які пояснюють окремі положення лекції.</p> <p><b>Рекомендована література [1]</b> с.178-182.</p> <p><b>СРС:</b> Інформація з мережі Інтернет за темою, конспект лекції з аналізом поставлених задач та проблеми.</p>
--

## Практичні заняття

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

№ з/п	Назва теми заняття та перелік основних питань
1	<p><b>Тема 2.2 Синтез технічних об'єктів в сучасних системах моделювання та САПР</b></p> <p><u>Практичне заняття 1</u> Параметризація зображення засобами комп'ютерної графіки.</p> <p>Побудова параметризованого зображення за допомогою сценарних файлів.</p> <p>Проводиться формування графічного зображення та його параметризація з визначенням координат, масштабних коефіцієнтів та топологічних параметрів умовного перерізу стержня на який діє повздовжня сила. Проводиться числова параметризація зображення за заданим варіантом. Розробляється та реалізується на ЕОМ сценарний SCR-файл, в якому записані команди, їх опції та дані системи AutoCAD. Оформляється звіт за матеріалами виконання роботи: "Практична робота №1"</p> <p><b>Дидактичні засоби:</b> методичні вказівки, які дозволяють сформувавши вхідні дані для виконання та пояснюють хід виконання практичної роботи.</p> <p><b>Рекомендована література [1]</b> с. 25-50; [18] с. 4-18.</p> <p><b>СРС:</b> Виконання завдань за варіантами за даною темою.</p> <p>Практична робота 2. Параметризація 3D-зображення розрахункової схеми навантаження інструмента гідроімпульсного виконавчого органа.</p> <p>Проводиться формування 3D-графічного зображення та його параметризація з можливістю інтерактивного позиціонування. Розробляється та реалізується на ЕОМ сценарний SCR-файл 3D-зображення, в якому записані команди, їх опції та дані системи AutoCAD. Оформляється звіт за матеріалами виконання роботи</p> <p><b>Дидактичні засоби:</b> методичні вказівки, які дозволяють сформувавши вхідні дані для виконання та пояснюють хід виконання практичної роботи.</p> <p><b>Рекомендована література [1]</b> с. 25-50; [18] с. 4-18.</p> <p><b>СРС:</b> Виконання завдань за варіантами за даною темою.</p> <p>Практична робота 3. Синтез модуля САПР засобами мови AutoLISP в AutoCAD.</p> <p>Проводиться аналіз структури побудованого за варіантом зображення геометричного контура поперечного перерізу інструмента гідромолота. Розробляється параметризована схема поперечного перерізу за варіантом. Розробляється програма мовою ALISP функціонування модулю САПР.</p> <p><b>Дидактичні засоби:</b> методичні вказівки, які дозволяють сформувавши вхідні дані для виконання та пояснюють хід виконання практичної роботи.</p> <p><b>Рекомендована література [1]</b> с. 55-80; [3] с. 44-56.</p>

	<p><b>СРС:</b> Виконання завдань за варіантами за даною темою.</p> <p><i>Практичне заняття 4. Модульна контрольна робота МКР включає інформацію з тем 1.1, 1.2, 2.1.</i></p> <p><i>Практична робота 5. Розробка сценарного файлу демонстрації конструктивних схем динамічних виконавчих органів.</i></p> <p><i>Проводиться формування пакетного файлу демонстрації динаміки розробки елементів конструктивної схеми динамічного виконавчого органу за заданим варіантом. Розробляється та реалізується на ЕОМ сценарний SCR-файл послідовного виведення на екран ЕОМ слайдових зображень.. Оформляється звіт за матеріалами виконання роботи</i></p> <p><b>Дидактичні засоби:</b> методичні вказівки, які дозволяють сформувати вхідні дані для виконання та пояснюють хід виконання практичної роботи.</p> <p><b>Рекомендована література</b> [1] с. 25-50; [18] с. 4-18.</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> Ідентифікація та експериментальне визначення параметрів і характеристик гідроімпульсної системи маніпулятора.	2
2	<u>Лабораторна робота 2.</u> Графічне програмування елементів системи “бойок-інструмент-масив”	4
3	<u>Лабораторна робота 3.</u> Визначення основних параметрів ударно-хвильової системи	4
4	<u>Лабораторна робота 4.</u> Дослідження перехідного процесу	4
5	<u>Лабораторна робота 5.</u> Дослідження коливань одномасової моделі за умов резонансу	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.

## Політика та контроль

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

Вивчення навчальної дисципліни "Нелінійні задачі та ідентифікація електротехнічних та мехатронних комплексів " 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 5 лабораторних робіт;
- 3) виконання та захисту 5 практичних завдань;
- 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	15	12	9
- робота виконана з незначними помилками	12	9	6
- робота не захищена	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	2	1,5	1
- лабораторна робота виконана та захищена з незначними помилками	1,5	1	0,5
- 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	3,5	2
- завдання виконано з відмінним володінням матеріалу	3,5	2	1,5
- завдання не виконано	0	0	0
- відсутність на практичному занятті без поважних причин			-1

**Розрахунок шкали (RC) рейтингу**

$$RC(\max)=1*15+5*5+4*5=60 \text{ балів}$$

$$RC(\min)= 1*15*0,5+5*5*0,5+4*5*0,5=30 \text{ балів}$$

**За результатами навчальної роботи за перші 7 тижнів** максимальна сума набраних балів складає 26 балів (2 пр., 2 лаб., 0,4 МКР). На першій атестації (8-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг **не менше  $0,5 \cdot 26 = 13$  балів**.

**За результатами 13 тижнів** навчання максимальна сума набраних балів має складати 54 балів (4 пр., 5 лаб., 0,6 МКР). На другій атестації (14-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг **не менше  $0,5 \cdot 54 = 27$  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.

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

Контрольні запитання

**з дисципліни “Нелінійні задачі та ідентифікація електротехнічних та мехатронних комплексів ”**

1. Навести характерні нелінійні задачі та методи ідентифікації мехатронних систем.
2. Обґрунтуйте реалізацію принципу зведення сил та моментів сил.
3. Вільні та вимушені коливання. Методика інтегрування рівняння руху одномасової моделі.
4. Обґрунтуйте методику зведення мас та моментів інерцій.
5. Моделі Гука і Ньютона. Математичне обґрунтування.
6. Обґрунтуйте поняття “жорсткості” зв’язку елементів динамічної системи.
7. Обґрунтуйте поняття “дисипативний опір” зв’язку елементів електромеханічної системи.
8. Інтегрування рівняння руху моделі за відсутності дисипативного опору при резонансі.
9. Модель Максвела. Математичне обґрунтування.
10. Обґрунтуйте поняття “дисипація енергії” системи.
11. Модель Кельвіна. Математичне обґрунтування.
12. Обґрунтуйте поняття “фазовий портрет” коливальної системи.
13. Ідентифікація конструктивних елементів, які реалізують дисипацію енергії.
14. Метод Даламбера. Математичне обґрунтування та графічна інтерпретація.
15. Обґрунтуйте поняття “частота власних коливань” елементів системи
16. Обґрунтуйте поняття “початкова та поточна фаза” коливань системи.
17. Принципи побудови одномасової моделі та їх реалізація.
18. Комплексні моделі. Динамічна лінійна та нелінійні системи.
19. Обґрунтуйте поняття “логарифмічний декримент затухань” .
20. Обґрунтуйте поняття “динамічна система та системний аналіз”.
21. Параметричні коливання та їх моделі. Поняття про фазовий простір.
22. Поняття про сингулярні точки та їх типи.
23. Фазовий портрет коливальної системи. Математичне обґрунтування.
24. Наведіть приклади типових лінійних та нелінійних моделей електромеханічних систем.
25. Визначення максимальної амплітуди при резонансі.
26. Нелінійні моделі. Математичне обґрунтування та графічна інтерпретація.

**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)