



# ПРОЕКТУВАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ МЕХАТРОННИХ СИСТЕМ

## 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>Нормативна</i>
Форма навчання	<i>очна/ дистанційна/ змішана</i>
Рік підготовки, семестр	<i>VIII осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>4,5 кредити ESTC (135 год.)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік, МКР</i>
Розклад занять	<i>36 год.- лекції, 18 год.- комп'ютерні практикуми</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: к.т.н., доц. Лістовщик Леонід Костянтинович, listovshchuk.leonid@ill.kpi.ua Практичні: к.т.н., доц. Лістовщик Леонід Костянтинович, listovshchuk.leonid@ill.kpi.ua</i>
Розміщення курсу	<i>Google classroom: kjsxdt46</i>

### Програма навчальної дисципліни

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

*Дисципліна закладає основи проектування елементів мехатронних систем і комплексів з урахуванням режимів та умов їх роботи з використанням сучасних методів та засобів проектування.*

*Метою вивчення дисципліни є формування у студентів здатностей вирішення прикладних задач з компонування існуючих та проектування нових елементів та засобів мехатронних систем.*

*Предметом вивчення дисципліни є машини, механізми та комплекси з елементами мехатроніки, влаштування, особливості функціонування, раціональний набір машин і механізмів в залежності від способу експлуатації. Вивчення цих питань базується на, Гідравліці та гідропневмоприводу, Фізиці, Насосних, вентиляторних та пневматичних установках.*

*В результаті вивчення дисципліни «Проектування елементів мехатронних систем» студенти отримують такі компетентності:*

*- фахові:*

- 1) Здатність працювати автономно (ЗК8).*
- 2) Здатність розробляти проекти електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного устаткування із дотриманням вимог законодавства, стандартів і технічного завдання (ФК7).*

3) Здатність демонструвати вільне володіння базовими знаннями і практичними навичками в галузі інформатики й сучасних інформаційних технологій, мати навички програмування і роботи в комп'ютерних мережах (ФК12).

4) Забезпечувати технологічність електротехнічного, електромеханічного та мехатронного устаткування та обладнання і процесів їх виготовлення для виробництва, передачі, розподілу та споживання електричної енергії (ФК16).

та програмні результати навчання:

1) Знати принципи роботи біоенергетичних, вітроенергетичних, гідроенергетичних та сонячних енергетичних установок (ПРН4).

2) Знати основи теорії електромагнітного поля, методи розрахунку електричних кіл та уміти використовувати їх для вирішення практичних проблем у професійній діяльності (ПРН5).

3) Здійснювати аналіз процесів в електроенергетичному, електротехнічному та електромеханічному обладнанні, відповідних комплексах і системах (ПРН17).

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

*Вивчення дисципліни базується на курсах: Мехатронні системи та обладнання енергоємних виробництв, Теорія механізмів та машин і деталі машин.*

*Знання та уміння, одержані в процесі вивчення кредитного модуля необхідні при виконанні дипломного проєкту.*

## **3. Зміст навчальної дисципліни**

Тема 1. Вступ в промислову мехатроніку.

Тема 2. Структурні схеми управління модулями руху і робочими машинами.

Тема 3. Безперервна (аналогова) система и система с розподіленими параметрами (дискретна система).

Тема 4. Управління приводом з аналоговим зворотним зв'язком і ПЛК.

Тема 5. Управління приводом з дискретним зворотнім зв'язком і з використанням програмних засобів.

Тема 6. Узагальнена схема робочої машини на базі мехатронних модулів руху.

Тема 7. Особливості проектування механічних компонентів.

Тема 8. Рівні інтеграції мехатронних систем.

Тема 9. Управління та інтелектуалізація мехатронних систем.

Тема 10. Рівень і ступінь інтелектуалізації мехатронних систем.

Тема 11. Сучасні тенденції розвитку промислової мехатроніки.

Тема 12. Сучасний стан розвитку мехатроніки.

Тема 13. Конструкторсько-технологічні складнощі розвитку мехатроніки

Тема 14. Розвиток напрямку з урахуванням інтернаціоналізації ринку науково-технічної продукції.

Тема 15. Пристрої та засоби мехатроніки в нафтогазовому виробництві.

Тема 16. Умови роботи глибинних приладів та особливість їх конструкції, типи приладів для збору інформації в нафтогазовій галузі.

Тема 17. Пристрої та засоби мехатроніки в будівництві об'єктів нафтогазових виробництв.

Тема 18. Особливості використання елементів мехатроніки в системах зберігання та транспортування вуглеводнів.

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

*Основна література*

1. Вашпанов Ю.О., Сирота В.М., Волобуєва Т.В. Мехатроніка : конспект лекцій для студентів, що навчаються за освітньо–професійною програмою «Будівельна техніка та автомобілі» підготовки магістрів із галузі знань 13 «Механічна інженерія» за спеціальністю 133 «Галузеве машинобудування» / В. М. Сирота, Т. В. Волобуєва; Одеська державна академія будівництва та архітектури. – Одеса: ОДАБА, 2020 – 120 с. (електронна версія)

2. Алексієв В.О. Мехатроніка транспортних засобів та систем: Навчальний посібник / В.О. Алексієв, В.П. Волков, В.І. Калмиков. – Харків: ХНАДУ, 2003. – 225 с.

3. B.Siciliano, L.Sciavicco, L.Villani, G.Oriolo, Robotics. Modelling, Planning and Control Springer-Verlag London 2010

4. Орловський Б. В. Мехатроніка в галузевому машинобудуванні: навчальний посібник / Б. В. Орловський. – К.: КНУТД. – 2018. – 416 с.

5. Карнаухов М. Ф. Електромеханічні та мехатронні системи. — 2006 р. — 320 с

6. Цвіркун, Л.І. Робототехніка та мехатроніка [Текст]: навч. посіб. / Л.І.Цвіркун, Г.Грулер; під заг. ред. Л.І.Цвіркуна; М-во освіти і науки України, Нац. гірн. ун-т. – 3-тє вид., переробл. і доповн. – Дніпро: НГУ, 2017. – 224 с.

### **Додаткова література**

7. Сайт компанії Dassault System SolisWorks. <http://www.solidworks.com>.

8. Проектування елементів мехатронних систем у середовищі SolidWorks [Текст]: метод. вказівки до викон. комп. практикуму для студентів напряму підготовки 6.050702 «Електромеханіка» / Уклад.: Л.К. Лістовщик, В.О. Поліщук, М.П. Калюш. – К.: НТУУ «КПІ», 2013. - 76 с.

### **Інформаційні ресурси**

1. <https://classroom.google.com/u/1/c/MjYwNTEwODA3MMDM0>

2. <http://emoev.kpi.ua/prektuvannya-elementiv-mexatronnix-sistem/>

## **Навчальний контент**

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

При проведенні лекцій використовується словесний метод в поєднанні з наочним (у вигляді презентацій). При проведенні практичних використовується практичний метод та проблемно-пошуковий метод.

Назви змістових модулів і тем	Всього	Лекції	Комп. практ.	СРС
1	2	3	5	6
Тема 1. Вступ в промислову мехатроніку. Поняття «промислова мехатроніка. Механізація. Автоматика. Автоматизація. Електротехніка. Інформатика. Кібернетика.	6	2		4
Тема 2 Структурні схеми управління модулями руху і робочими машинами.	8	2	2	4
Тема 3. Безперервна (аналогова) система и система с розподіленими параметрами (дискретна система).	8	2	2	4
Тема 4. Управління приводом з аналоговим зворотним зв'язком і ПЛК.	6	2		4

Тема 5. Управління приводом з дискретним зворотнім зв'язком і з використанням програмних засобів.	8	2	2	4
Тема 6. Узагальнена схема робочої машини на базі мехатронних модулів руху.	8	2	2	4
Тема 7. Особливості проектування механічних компонентів.	6	2		4
МКР за пройденим матеріалом	4	1		3
Тема 8. Рівні інтеграції мехатронних систем.	8	2	2	4
Тема 9. Управління та інтелектуалізація мехатронних систем.	6	2		4
Тема 10. Рівень і ступінь інтелектуалізації мехатронних систем.	5	1		4
Тема 11. Сучасні тенденції розвитку промислової мехатроніки.	7	1	2	4
Тема 12. Сучасний стан розвитку мехатроніки.	5	1		4
Тема 13. Конструкторсько-технологічні складнощі розвитку мехатроніки.	5	1		4
Тема 14. Розвиток напрямку з урахуванням інтернаціоналізації ринку науково-технічної продукції.	8	2	2	4
Тема 15. Пристрої та засоби мехатроніки в нафтогазовому виробництві.	6	2		4
Тема 16. Умови роботи глибинних приладів та особливість їх конструкції, типи приладів для збору інформації в нафтогазовій галузі.	8	2	2	2
Тема 17. Пристрої та засоби мехатроніки в створенні електромеханічних об'єктів.	8	2	2	4
Тема 18. Особливості використання елементів мехатроніки в системах зберігання та транспортування енергії.	6	1		4
МКР за пройденим матеріалом	5	2		4
Залік	4			2
Всього годин	135	36	18	81

### Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань
-------	--

1	Вступ в промислову мехатроніку. Поняття «промислова мехатроніка. Механізація. Автоматика. Автоматизація. Електротехніка. Інформатика. Кібернетика. Рекомендована література: [3, 4, 7]
2	Структурні схеми управління модулями руху і робочими машинами. Рекомендована література: [3, 4]
3	Безперервна (аналогова) система и система с розподіленими параметрами (дискретна система). Рекомендована література: [4]
4	Управління приводом з аналоговим зворотним зв'язком і ПЛК. Рекомендована література: [1, 4].
5	Управління приводом з дискретним зворотнім зв'язком і з використанням програмних засобів. Рекомендована література: [2, 4].
6	Узагальнена схема робочої машини на базі мехатронних модулів руху. Рекомендована література: [5].
7	Особливості проектування механічних компонентів. Рекомендована література: [5, 8].
8	Рівні інтеграції мехатронних систем. Рекомендована література: [1].
9	Управління та інтелектуалізація мехатронних систем. Рекомендована література: [1, 6].
10	Рівень і ступінь інтелектуалізації мехатронних систем. Рекомендована література: [5].
11	Сучасні тенденції розвитку промислової мехатроніки. Рекомендована література: [2].
12	Сучасний стан розвитку мехатроніки. Рекомендована література: [3].
13	Конструкторсько-технологічні складнощі розвитку мехатроніки. Рекомендована література: [7].
14	Розвиток напрямку з урахуванням інтернаціоналізації ринку науково-технічної продукції. Рекомендована література: [1.5].
15	Пристрої та засоби мехатроніки в нафтогазовому виробництві. Рекомендована література: [1, 3, 4].
16	Умови роботи глибинних приладів та особливість їх конструкції, типи приладів для збору інформації в нафтогазовій галузі. Рекомендована література: [3].
17	Пристрої та засоби мехатроніки в створенні електромеханічних об'єктів. Рекомендована література: [4].
18	Особливості використання елементів мехатроніки в системах зберігання та транспортування енергії. Рекомендована література: [4, 6].

### **Комп'ютерні практикуми**

*Основні завдання циклу комп'ютерних практикумів присвячені формуванню компетентностей в геометричному проектуванні об'єктів мехатронних систем, вибору раціональних параметрів елементів при їх інтеграції в вже існуючі системи.*

№ з/п	Назва теми заняття та перелік основних питань
1	<b>Вступ.</b> Класифікація та вибір програмних оболонок в залежності від типу завдання для моделювання виконавчих мехатронних модулів <b>Дидактичні засоби:</b> Видаються варіанти для практичної роботи. <b>Рекомендована література:</b> [21]

	<i>СРС: Виконання завдань за варіантами за даною темою.</i>
2	<p><b>Розробка тривимірної моделі деталі.</b> Необхідно виконати креслення деталі в тривимірному просторі за варіантом. Виконуючи даний практикум, студент відчує скорочення часу конструювання за рахунок скорочення часу введення конструктором в систему графічної інформації про деталь, яку він проектує.</p> <p><b>Дидактичні засоби:</b> методичні вказівки, які дозволяють сформувавши вхідні дані для виконання та пояснюють хід виконання роботи.</p> <p><b>Рекомендована література:</b> [21, 22]</p> <p><i>СРС: Виконання завдань за варіантами за даною темою.</i></p>
3	<p><b>Розробка тривимірної моделі деталі механізму привода.</b> Необхідно виконати креслення деталі в тривимірному просторі за варіантом. Виконуючи даний практикум, студент відчує скорочення часу конструювання за рахунок скорочення часу введення конструктором в систему графічної інформації про деталь, яку він проектує.</p> <p><b>Дидактичні засоби:</b> методичні вказівки, які дозволяють сформувавши вхідні дані для виконання та пояснюють хід виконання роботи.</p> <p><b>Рекомендована література:</b> [21, 22]</p> <p><i>СРС: Виконання завдань за варіантами за даною темою.</i></p>
4	<b>Модульна контрольна робота №1.</b>
5	<p><b>Проектування 3D зображення деталей змінного перерізу по площинам.</b> Студент вчиться працювати в середовищі <i>Ескиз</i>, використовуючи основні елементи геометричної побудови. Знайомиться з основними елементами оболонки <i>SolidWorks</i>, а саме <b>Витягнута бобышка/основание, Бобышка/основание по сечениям</b>. Визначає масові характеристики елемента, вказавши матеріал, з якого виготовлена деталь.</p> <p><b>Дидактичні засоби:</b> методичні вказівки, які дозволяють сформувавши вхідні дані для виконання та пояснюють хід виконання роботи.</p> <p><b>Рекомендована література:</b> [21, 22]</p> <p><i>СРС: Виконання завдань за варіантами за даною темою.</i></p>
6	<p><b>Розробка тривимірної моделі тонкостінних деталей на прикладі проектування 3D зображення кришки турбомуфти за ГОСТ 18512-73.</b> Студент знайомиться з основними елементами оболонки <i>SolidWorks</i>, а саме <b>Круговой массив, Оболочка</b>. Визначає масові характеристики кришки, вказавши матеріал з якого виготовлена деталь.</p> <p><b>Дидактичні засоби:</b> методичні вказівки, які дозволяють сформувавши вхідні дані для виконання та пояснюють хід виконання роботи.</p> <p><b>Рекомендована література:</b> [21, 22]</p> <p><i>СРС: Виконання завдань за варіантами за даною темою.</i></p>
7	<p><b>Розробка моделі збірки деталей на прикладі колектора.</b> Студент отримує досвід практичного використання команд побудови збірок з деталей – елементів колектора в середовищі <i>Solid Works</i>.</p> <p><b>Дидактичні засоби:</b> методичні вказівки, які дозволяють сформувавши вхідні дані для виконання та пояснюють хід виконання роботи.</p> <p><b>Рекомендована література:</b> [21, 22]</p> <p><i>СРС: Виконання завдань за варіантами за даною темою.</i></p>
8	<p><b>Розробка тривимірної моделі крильчатки</b> Студент отримує досвід практичного використання команд побудови складних поверхонь на прикладі крильчатки, та її збірки.</p> <p><b>Дидактичні засоби:</b> методичні вказівки, які дозволяють сформувавши вхідні дані для виконання та пояснюють хід виконання роботи.</p> <p><b>Рекомендована література:</b> [21, 22]</p> <p><i>СРС: Виконання завдань за варіантами за даною темою.</i></p>



9	<p><b>Створення креслень з розроблених раніше деталей з урахуванням рекомендації ЄСКД.</b> Студент отримує досвід створення технічної документації у вигляді машинобудівного креслення деталі або вузла з виконанням вимог щодо оформлення цієї документації.</p> <p><b>Дидактичні засоби:</b> методичні вказівки, які дозволяють сформулювати вхідні дані для виконання та пояснюють хід виконання роботи.</p> <p><b>Рекомендована література:</b> [21, 22]</p> <p><b>СРС:</b> Виконання завдань за варіантами за даною темою.</p>
---	---

## 6. Самостійна робота студента

Години відведені на самостійну роботу студента зазначені в п.5. Методика опанування навчальної дисципліни, це підготовка до виконання та захисту комп'ютерних практикумів, підготовка до модульної контрольної роботи.

## Політика та контроль

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

Вивчення навчальної дисципліни "Проектування елементів 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 комп'ютерних практикумів. 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 заняттях, то йому слід відпрацювати ці заняття у інший час (з іншою групою, на консультації).

### 8. 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 6 комп'ютерних практикумів;
- 3) експрес - контроль на заняттях.

**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	20	16	12
- робота виконана з незначними помилками	16	12	9
- робота не зарахована	0	0	0
<b>2. Виконання практичних завдань:</b>			
- завдання захищено з відмінним володінням матеріалу	12	8	5

- завдання виконано з відмінним володінням матеріалу	8	5	3
- завдання не виконано	0	0	0

### Розрахунок шкали (RC) рейтингу

$$Rc(max)=6 \times 12 + 1 \times 20 + 8 = 100 \text{ балів}$$

$$Rc(min)=6 \times 12 \times 0,5 + 1 \times 20 \times 0,5 + 8 \times 0,5 = 50 \text{ балів}$$

За результатами навчальної роботи за перші 7 тижнів максимальна сума набраних балів складає **72 бали (бк.п.)**. На першій атестації (8-й тиждень) студент отримує **«зараховано»**, якщо його поточний рейтинг не менше  **$0,5 \times 63 = 36$  балів**.

Максимальна сума балів складає 100. Для отримання заліку з кредитного модуля потрібно мати рейтинг не менше 50 балів, а також виконані всі практикуми та модульна контрольна робота.

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

Студенти, які наприкінці семестру мають рейтинг менше 50 балів виконують залікову контрольну роботу. При цьому до загального рейтингу додаються бали за контрольну роботу і ця рейтингова оцінка є остаточною. Завдання контрольної роботи складається з трьох питань з лекційного матеріалу.

Кожне питання оцінюється наступним чином:

- творчий підхід, повністю розкриті завдання – 15 балів;
- глибоке розкриття завдання, незначні помилки – 13 балів;
- обґрунтоване розкриття, з незначними помилками – 11 балів;
- завдання розкрито неповністю, є помилки – 5 балів;
- завдання не вирішене – 0 балів.

## 9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

### Контрольні запитання

5. *Поняття «промислова мехатроніка»*
6. *Структурні схеми управління модулями руху і робочими машинами*
7. *Узагальнена схема робочої машини на базі механотронних модулів руху*
8. *Сучасні тенденції розвитку промислової мехатроніки*
9. *Перетворювачі фізичних величин. Класифікація, особливості функціонування.*
10. *Аналого-цифрове перетворення сигналів. Особливість, типові рішення.*
11. *Цифро-аналогове перетворення сигналів. Особливість, типові рішення.*
12. *Типові ПЛК. Особливості та область використання.*
13. *Мехатронні модулі руху. Класифікація, порівняння.*



- 14. Паралельне включення дроселя в мехатронній силовій гідравлічній системі керування рухом виконавчого органу*
- 15. Послідовне включення дроселя в мехатронній силовій гідравлічній системі керування рухом виконавчого органу*
- 16. Вибір оптимального виконавчого органу мехатронного модулю руху в залежності від умов функціонування системи*
- 17. Особливість функціонування гідравлічного ударного молота, як прикладу функціонування силового виконавчого органу*
- 18. Визначення основних параметрів гідравлічного молота*
- 19. Мехатронна система на основі гідроприводу. Особливості, переваги і недоліки*
- 20. Мехатронна система на основі пневмоприводу. Особливості, переваги і недоліки*
- 21. Глибинні вимірювачі основних параметрів нафтогазових свердловин.*
- 22. Системи збирання інформації та системи контролю і управління технологічними процесами.*

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

**Складено** к.т.н., доц. Лістовщик Л.К

**Ухвалено** кафедрою АЕМК (протокол № 23 від 14.06.2022)