



Системи автоматизованого проектування електромеханічних систем та комплексів

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>Електромеханічні та мехатронні системи енергоємних виробництв</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>очна/ дистанційна/ змішана</i>
Рік підготовки, семестр	<i>I осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>4 кредити ECTS (120 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	Лектор: <i>к.т.н., доц. Листовицький Леонід Костянтинович, listovshchuk.leonid@ill.kpi.ua</i> Комп'ютерні практикуми: <i>к.т.н., доц. Листовицький Леонід Костянтинович, listovshchuk.leonid@ill.kpi.ua</i>
Розміщення курсу	<i>Google classroom: eokg3s6</i>

Програма навчальної дисципліни

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

Дисципліна закладає основи для вивчення інших дисциплін: енергозберігаючі інтелектуальні маніпулятори та обладнання гірничих та нафтогазових виробництв, системи технічного діагностування машин і установок геотехнічних виробництв та подібних, в яких передбачено використання систем автоматизованого проектування для імітаційного дослідження систем, комплексів і процесів в електромеханіці.

Метою вивчення дисципліни є формування у студентів здатностей вирішення прикладних задач з дослідження існуючих та проектування нових елементів та засобів електромеханічних систем та комплексів.

Предметом вивчення дисципліни є електромеханічні системи та комплекси, їх влаштування, особливості функціонування, раціональний набір машин і механізмів в залежності від способу їх використання. Вивчення цих питань базується на Технічній механіці, Гідравліці та гідроприводу, Фізиці, Насосних, вентиляторних та пневматичних установках. Суміжними дисциплінами є: Мікропроцесорні пристрої в установках і комплексах енергоємних виробництв, Системи забезпечення електричною енергією енергоємних виробництв, Проектування елементів мехатронних систем нафтогазових виробництв.

В результаті вивчення дисципліни «Системи автоматизованого проектування електромеханічних систем та 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) усвідомлення необхідності підвищення ефективності електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного устаткування (ФК9),
 - 4) усвідомлення необхідності постійно розширювати власні знання про нові технології в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці (ФК10),
 - 5) здатність розробляти робочу проектну й технічну документацію з перевіркою відповідності розроблювальних проектів і технічної документації стандартам, технічним умовам та іншим нормативним документам (ФК13),
 - 6) здатність продемонструвати знання і навички комерційного та економічного контексту для проектування електромеханічних та мехатронних систем енергоємних виробництв (ФК17),
 - 7) здатність розуміти і враховувати соціальні, екологічні, етичні, економічні аспекти та вимоги охорони праці, виробничої санітарії і пожежної безпеки під час формування Технічних рішень (ФК18)
- та *програмні результати навчання:*
- 1) здійснювати аналіз процесів в електроенергетичному, електротехнічному та електромеханічному обладнанні, відповідних комплексах і системах (ПРН7),
 - 2) обирати і застосовувати придатні методи для аналізу і синтезу електромеханічних та електроенергетичних систем із заданими показниками (ПРН8)
 - 3) знаходити необхідну інформацію в науково-технічній літературі, базах даних та інших джерелах інформації, оцінювати її релевантність та достовірність (ПРН10),
 - 4) знати вимоги нормативних актів, що стосуються інженерної діяльності, захисту інтелектуальної власності, охорони праці, техніки безпеки та виробничої санітарії, враховувати їх при прийнятті рішень (ПРН16),
 - 5) розв'язувати складні спеціалізовані задачі з проектування і технічного обслуговування електромеханічних систем, електроустаткування електричних станцій, підстанцій, систем та мереж (ПРН17),
 - 6) вміти самостійно вчитися, опановувати нові знання і вдосконалювати навички роботи з сучасним обладнанням, вимірювальною технікою та прикладним програмним забезпеченням (ПРН18),
 - 7) демонструвати знання та розуміння фундаментальних, природничих і інженерних дисциплін, зокрема фізики, електротехніки, схмотехніки та мікропроцесорної техніки на рівні, необхідному для аналізу функціонування та безпечної експлуатації електромеханічних та мехатронних пристроїв (ПРН21),
 - 8) 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).
 - 9) демонструвати вміння виконувати техніко-економічне обґрунтування розроблення електромеханічних та мехатронних систем та вміти оцінювати економічну ефективність від їх впровадження, демонструвати знання і розуміння комерційного та економічного контексту для проектування та впровадження новітніх технологій. (ПРН23).

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

Вивчення дисципліни базується на курсах: Фізика, Гідравліка та гідропривод, Технічна механіка, Насосні, вентиляторні та пневматичні установки. Суміжними дисциплінами є: Мікропроцесорні пристрої в установках і комплексах енергоємних виробництв, Системи

3. Зміст навчальної дисципліни

Тема 1.1 Загальні відомості про проектування.

Тема 1.2 Використання видів САПР.

Тема 1.3 Компоненти САПР. Основні види інформації в САПР

Тема 1.3 Компоненти САПР. Основні види інформації в САПР

Тема 1.4 Методи розрахунку напруженого стану конструкцій, які використовуються в САПР.

Тема 1.5 Розрахунок напружено-деформованого стану конструкції методом скінченних елементів.

Тема 1.6 Оцінка та оптимізація проектних технологічних рішень

Тема 1.7 Швидке прототипування та виготовлення

Тема 1.8 Віртуальна інженерія

4. Навчальні матеріали та ресурси

Основна література

1. Основы САПР (CAD, CAM и CAE) Кунву Ли –Питер,2004, 560 с.
2. САПР технологических процессов: учебник для студ. высш. учеб. заведений / А.И. Кондаков. – М.: Издательский центр «Академия», 2007. – 272 с.

Додаткова література

3. Латышев П.Н. Каталог САПР. Программы и производители: Каталогное издание. — М.: ИД СОЛОН-ПРЕСС, 2006, 2008, 2011. — 608, 702, 736 с.
4. Малюх В. Н. Введение в современные САПР: Курс лекций. — М.: ДМК Пресс, 2010. — 192 с.
5. Муромцев Ю. Л., Муромцев Д. Ю., Тюрин И. В. и др. Информационные технологии в проектировании радиоэлектронных средств: учеб. пособие для студ. высш. учебн. заведений. — М.: Издательский центр "Академия", 2010. — 384 с.
6. Норенков И. П. Основы автоматизированного проектирования: учеб. для вузов. — 4-е изд., перераб. и доп. — М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2009. — 430 с.
7. Норенков И. П. Автоматизированное проектирование. Учебник. — М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2000. — 188 с.
8. Боровков А.И. и др. Компьютерный инжиниринг. Аналитический обзор - учебное пособие. — СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2012. — 93 с.

Інформаційні ресурси

1. <https://classroom.google.com/u/1/c/MzE5ODY2NDA0OTAx>
2. <http://emoev.kpi.ua/sapr-elektromexanichnix-sitem-ta-kompleksiv/>

Навчальний контент

5.Методика опанування навчальної дисципліни(освітнього компонента)

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин			
	Всього	у тому числі		
		Лекції	Комп'ютерні практикуми	СРС
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
Лекція 1. Загальні відомості про проектування. Основні визначення, види проектування. Мета створення	5	2		3

САПР. САПР, які використовуються у світі.				
Лекція 2 САПР в складі CALS - технологій. Загальносистемні принципи САПР.	8	3	2	3
Лекція 3. Стадії створення САПР. Види забезпечення САПР.	7	2	2	3
Лекція 4. Використання САД, САМ та САЕ в розробці та виробництві продукту.	7	2	2	3
Лекція 5. Використання САПР в життєвому циклі продукту.	7	2	2	3
Лекція 6. Компоненти САПР. Основні види інформації в САПР	6	3		3
Лекція 7. Апаратне забезпечення. Представлення графічної інформації на ЕОМ. Основні види графічної інформації.	9	3	2	4
МКР за пройденим матеріалом	4	2		2
Лекція 8. Вимоги до інформаційного забезпечення САПР. Автоматизовані інформаційні системи.	7	2	2	3
Лекція 9. Банки даних та інформаційно-пошукові системи, форми організації даних.	5	2		3
Лекція 10. Методи розрахунку напруженого стану конструкцій, які використовуються в САПР. Методи опору матеріалів та будівельної механіки.	2,5	1		1,5
Лекція 11. Чисельні методи розрахунку напруженого стану конструкцій. Класифікація розрахунків.	2,5	1		1,5
Лекція 12. Розрахунок напружено-деформованого стану конструкції методом скінченних елементів.	3,5	1	1	1,5
Лекція 13. Основна термінологія, позначення та визначення методу скінченних елементів. Етапи практичної реалізації методу скінченних елементів. Апроксимація вихідних елементів.	3,5	1	1	1,5
Лекція 14. Оцінка та оптимізація проектних технологічних рішень. Основні техніко-економічні параметри.	2,5	1		1,5
Лекція 15. Критерії розвитку технічних об'єктів. Оптимізація технічних рішень. Концепція прийняття рішень	2,5	1		1,5
Лекція 16. Швидке прототипування та виготовлення. Процеси швидкого прототипування та виготовлення. Тужавіння на твердій основі.	3,5	1	1	1,5
Лекція 17. Тривимірний друк.	3,5	1	1	1,5

Лазерне спікання. Ламінування. Інші методи прототипування.				
Лекція 18. Віртуальна інженерія	8	3	2	3
МКР за пройденим матеріалом	4	2		2
Залік	4			4
<i>Всього годин</i>	120	36	18	66

Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань
1	Загальні відомості про проектування. Основні визначення, види проектування. Мета створення САПР. САПР, які використовуються у світі. Рекомендована література: [1, 2]
2	САПР в складі CALS - технологій. Загальносистемні принципи САПР. Рекомендована література: [1, 2]
3	Стадії створення САПР. Види забезпечення САПР. Рекомендована література: [1, 2]
4	Використання САД, САМ та САЕ в розробці та виробництві продукту. Рекомендована література: [1, 2]
5	Використання САПР в життєвому циклі продукту. Рекомендована література: [1, 2]
6	Компоненти САПР. Основні види інформації в САПР Рекомендована література: [1, 2]
7	Апаратне забезпечення. Представлення графічної інформації на ЕОМ. Основні види графічної інформації. Рекомендована література: [1, 2]
8	Вимоги до інформаційного забезпечення САПР. Автоматизовані інформаційні системи. Рекомендована література: [1, 2]
9	Банки даних та інформаційно-пошукові системи, форми організації даних. Рекомендована література: [1, 2]
10	Методи розрахунку напруженого стану конструкцій, які використовуються в САПР. Методи опору матеріалів та будівельної механіки. Рекомендована література: [1, 2]
11	Чисельні методи розрахунку напруженого стану конструкції. Класифікація розрахунків. Рекомендована література: [1, 2]
12	Розрахунок напружено-деформованого стану конструкції методом скінченних елементів. Рекомендована література: [1, 2]
13	Основна термінологія, позначення та визначення методу скінченних елементів. Етапи практичної реалізації методу скінченних елементів. Апроксимація вихідних елементів. Рекомендована література: [1, 2]
14	Оцінка та оптимізація проектних технологічних рішень. Основні техніко-економічні параметри. Рекомендована література: [1, 2]
15	Критерії розвитку технічних об'єктів. Оптимізація технічних рішень. Концепція прийняття рішень Рекомендована література: [1, 2]
16	Швидке прототипування та виготовлення. Процеси швидкого прототипування та виготовлення. Тужавіння на твердій основі. Рекомендована література: [1, 2]

17	Тривимірний друк. Лазерне спікання. Ламінування. Інші методи прототипування. <i>Рекомендована література: [1, 2]</i>
18	Віртуальна інженерія <i>Рекомендована література: [1, 2]</i>

Комп'ютерні практикуми

Основні завдання циклу комп'ютерних практикумів присвячені формування компетентностей в геометричному проектуванні об'єктів електромеханічних систем та використання САПР для визначення основних характеристик цих об'єктів.

№ з/п	Назва теми заняття та перелік основних питань
1	Вступ. Класифікація та вибір програмних оболонок в залежності від типу завдання для моделювання виконавчих модулів <i>Дидактичні засоби: Видаються варіанти для практичної роботи.</i> <i>Рекомендована література: [5, 6]</i> <i>СРС: Виконання завдань за варіантами за даною темою.</i>
2	Віртуальне дослідження деталей за допомогою SolidWorks Simulation Express. Створення віртуальної моделі деталі, з моделюванням її геометричних та фізичних властивостей. Дослідження деталі, яка знаходиться під силовим впливом, або під впливом внутрішнього надлишкового тиску <i>Дидактичні засоби: методичні вказівки, які дозволяють сформуванню вхідні дані для виконання та пояснюють хід виконання роботи.</i> <i>Рекомендована література: [5,6]</i> <i>СРС: Виконання завдань за варіантами за даною темою.</i>
3	Віртуальне дослідження деталей за допомогою SolidWorks Flow Simulation Express. Створення віртуальної моделі деталі, з моделюванням її геометричних та фізичних властивостей. Дослідження епюри швидкостей рідини, яка проходить через деталь, або огинає її. <i>Дидактичні засоби: методичні вказівки, які дозволяють сформуванню вхідні дані для виконання та пояснюють хід виконання роботи.</i> <i>Рекомендована література: [5,6]</i> <i>СРС: Виконання завдань за варіантами за даною темою.</i>
4	Віртуальне дослідження потоків рідини за допомогою Flow Simulation. Створення віртуальної моделі деталі, з моделюванням її геометричних та фізичних властивостей. Опис умов роботи деталі, завдання вхідних параметрів для моделювання процесу проходження потоку через порожнини деталі; <i>Дидактичні засоби: методичні вказівки, які дозволяють сформуванню вхідні дані для виконання та пояснюють хід виконання роботи.</i> <i>Рекомендована література: [5,6]</i> <i>СРС: Виконання завдань за варіантами за даною темою.</i>
5	Віртуальне дослідження збірки деталей за допомогою SolidWorks Simulation. Створення віртуальної моделі деталей, з завданням їх геометричних та фізичних властивостей. Створення збірки деталей. Опис умов роботи збірки, завдання вхідних параметрів для моделювання процесу навантаження збірки. Аналіз результатів. <i>Дидактичні засоби: методичні вказівки, які дозволяють сформуванню вхідні дані для виконання та пояснюють хід виконання роботи.</i> <i>Рекомендована література: [5,6]</i> <i>СРС: Виконання завдань за варіантами за даною темою.</i>
6	Дослідження плоских кінематичних пар в середовищі SolidWorks. Створення віртуальної плоскої моделі маніпулятора у вигляді блоків. З'єднання блоків, згідно кінематичної схеми. Визначення екстремальних

	<p>значень, зафіксувавши схему в кожному з трьох положень.</p> <p>Дидактичні засоби: методичні вказівки, які дозволяють сформулювати вхідні дані для виконання та пояснюють хід виконання роботи.</p> <p>Рекомендована література: [5,6]</p> <p>СРС: Виконання завдань за варіантами за даною темою.</p>
7	<p>Моделювання металокопункцій. Створення тривимірного ескізу в якості траєкторії для побудови металокопункції. Вибір профілю, типу з'єднань у вузлових точках.</p> <p>Дидактичні засоби: методичні вказівки, які дозволяють сформулювати вхідні дані для виконання та пояснюють хід виконання роботи.</p> <p>Рекомендована література: [5,6]</p> <p>СРС: 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 "Системи автоматизованого проектування електромеханічних систем і 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 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 Perezдача (протягом двох тижнів від початкового контролю)	2 Perezдача (без дотримання термінів виконання)
1. Виконання модульної контрольної роботи:			
- повністю правильно виконана робота	20	16	12
- робота виконана з незначними помилками	16	12	9
- робота не зарахована	0	0	0
- відсутність на модульній контрольній роботі без поважної причини	-3		
2. Виконання практичних завдань:			

- завдання захищено з відмінним володінням матеріалу	12	8	5
- завдання виконано з відмінним володінням матеріалу	8	5	3
- завдання не виконано	0	0	0
- відсутність на практичному занятті без поважних причин			-1

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 (б.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.

Переведення рейтингових балів до оцінок за університетською шкалою

Рейтингові бали, RD	Оцінка за університетською шкалою
$95 \leq RD \leq 100$	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

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 – 9 балів;
- глибоке розкриття завдання, незначні помилки – 7 балів;
- обґрунтоване розкриття, з незначними помилками – 5 балів;
- завдання розкрито неповністю, є помилки – 3 бали;
- завдання не вирішене – 0 балів.

Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Контрольні запитання

1. Поняття «САПР»
2. САПР в складі CALS - технологій. Загальносистемні принципи САПР.
3. Стадії створення САПР.
4. Види забезпечення САПР.
5. Використання CAD, CAM та CAE в розробці та виробництві продукту.
6. Використання САПР в життєвому циклі продукту.
7. Компоненти САПР.

8. Основні види інформації в САПР.
9. Апаратне забезпечення.
10. Представлення графічної інформації на ЕОМ. Основні види графічної інформації.
11. Вимоги до інформаційного забезпечення САПР.
12. Автоматизовані інформаційні системи.
13. Банки даних та інформаційно-пошукові системи, форми організації даних.
14. Методи розрахунку напруженого стану конструкцій, які використовуються в САПР.
15. Методи САПР опору матеріалів та будівельної механіки.
16. Чисельні методи розрахунку напруженого стану конструкції. Класифікація розрахунків.
17. Розрахунок напружено-деформованого стану конструкції методом скінченних елементів.
18. Основна термінологія, позначення та визначення методу скінченних елементів.
19. Етапи практичної реалізації методу скінченних елементів. Апроксимація вихідних елементів.
20. Оцінка та оптимізація проектних технологічних рішень. Основні техніко-економічні параметри.
21. Критерії розвитку технічних об'єктів. Оптимізація технічних рішень. Концепція прийняття рішень

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено к.т.н., доц. Лістовщик Леонід Костянтинович

Ухвалено кафедрою АЕМК (протокол № 1 від 31.08.2021)

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