



# Пакети прикладних програм для моделювання електромагнітних полів електричних машин

## 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>ЕЛЕКТРИЧНІ МАШИНИ І АПАРАТИ (ELECTRIC MACHINES AND APPARATUS)</i>
Статус дисципліни	<i>Нормативна</i>
Форма навчання	<i>Очна (денна), очна (денна) прискорена</i>
Рік підготовки, семестр	<i>3 курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>4 кредити ECTS / 120 годин (Лекції – 18, Лабораторні роботи (комп. практикум) – 54 год., Самостійна робота – 48 год.)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік / МКР</i>
Розклад занять	<i><a href="http://roz.kpi.ua/">http://roz.kpi.ua/</a></i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: доктор філософії Ткачук Ігор Валерійович, 0979885124 Лабораторні роб. (комп. практи.): доктор філософії Ткачук Ігор Валерійович, 0979885124</i>
Розміщення курсу	<i><a href="https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=2463">https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=2463</a></i>

### Програма навчальної дисципліни

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

*Програма навчальної дисципліни «Пакети прикладних програм для моделювання електричних машин» складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки бакалавра з галузі знань 14 «Електрична інженерія» за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка».*

*Метою навчальної дисципліни є формування у студентів наступних компетентностей:*

***ЗК03.** Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово;*

***ЗК07.** Здатність працювати в команді;*

***ФК13.** Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з роботою електричних систем та мереж, електричної частини станцій і підстанцій та техніки високих напруг;*

**ФК23.** Здатність моделювати та досліджувати за допомогою сучасних програмних та апаратних засобів електромагнітні поля електричних машин і апаратів.

**Предмет навчальної дисципліни** – електричні машини, конструкція електричних машин та трансформаторів, електромагнітні процеси, характеристики електричних машин, схеми заміщення, математичні моделі.

#### **Програмні результати навчання:**

**ПР22.** Застосовувати сучасні методи математичного моделювання електричних машин і апаратів, електромеханічних перетворювачів енергії, електромеханічних комплексів.

**ПР27.** Вміти досліджувати фізичні явища та процеси в електричних машинах і апаратах, електромеханічних перетворювачах енергії, електромеханічних комплексах.

**ПР28.** Вміти застосовувати сучасні пакети прикладних програм для моделювання електромагнітних полів електричних машин.

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

Для успішного засвоєння дисципліни студент повинен володіти: теоретичною базою дисциплін «Вища математика», «Фізика», «Теоретичні основи електротехніки», та «Електричні машини». Дисципліна «Пакети прикладних програм для моделювання електричних машин» надає необхідні інструменти для розрахунку та моделювання електричних машин і трансформаторів. Передуює вивченню дисциплін «Математичне моделювання електромеханічних перетворювачів енергії», «Технічна електродинаміка», «Основи інноваційного синтезу електромеханічних систем», «Спеціальні електричні машини», «Моделювання електромеханічних систем», «Математичні методи оптимізації», «Методи та засоби автоматизованого проектування електричних машин».

#### **3. Зміст навчальної дисципліни**

Дисципліну структурно розподілено на **2 розділи**, а саме:

- 1. Комп'ютерне моделювання та аналіз характеристик ЕМ**, до якого ввійшли загальні відомості про систему MATLAB, основні операції, у тому числі з числами, векторами, матрицями, а також програмування, функції прикладної чисельної математики, засоби побудови графіків та аналіз лінійних та нелінійних характеристик електричних машин та система SIMULINK.
- 2. Синтез електричних машин в просторі**, до якого ввійшли питання пов'язанні з створення геометрії, визначення та призначення граничних умов, вирішення задач методами кінцевих елементів та постпроцесорна обробка результатів польової математичної моделі електричної машини.

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

##### Основні інформаційні ресурси:

1. Андрієнко В.М., Куєвда В.П. Електричні машини: Навч. Посіб. – К.: НУХТ, 2010. – 366 с. ISBN 978-966-612-090-1.
2. Буль О. Б. Методы расчета магнитных систем электрических аппаратов: Магнитные цепи, поля и программа FEMM. М.: Академия, 2005. – 336 с. ISBN: 5-7695-2064-7.

3. Васьковський Ю.М. Польовий аналіз електричних машин: Навч. посіб. – К.: НТУУ «КПІ», 2007. – 192 с.
4. Електричні машини і трансформатори /підручник за заг. Ред. В. І. Міліх. – Х.: ХПІ, 2017. – 452 с.
5. Електричні машини і апарати: навчальний посібник / Ю.М. Куценко, В.Ф. Яковлев та ін. – К.: Аграрна освіта, 2011. – 449 с.
6. Основи комп'ютерних технологій аналізу та синтезу електричних машин. Використання комп'ютерних систем математичних розрахунків MATLAB та FEMM для аналізу електричних машин: метод. вказівки до викон. комп'ютерних практикумів для студ. напряму підготов. 6.050702 "Електромеханіка" / Уклад.: Ю.М. Васьковський, Ю.А. Гайденко, С.С. Цивінський. – К.: НТУУ "КПІ", 2011. – Ч.2. – 105 с.
7. Островерхов М.Я., Пижов В.М. Моделювання електромеханічних систем в SIMULINK. Київ, ВД "Стилос", 2008, 528 с.
8. <http://femm.berlios.de>
9. <https://www.mathworks.com/help/>
10. <https://www.comsol.com>
11. Дистанційний курс «Електричні машини» <https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=2463>

Додаткові інформаційні ресурси:

1. Krause P.C., Wasynczuk O., Sudhoff S.D. Analysis of electrical machinery and drive systems. Wiley, 2002, 613 p.
2. Boldea I., Nasar S.A. Electric drives. Taylor & Francis, 2006, 522 p.

**Навчальний контент**

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

*Лекційні заняття*

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на інформаційні джерела)
1	<p>Загальні відомості про систему MATLAB. Операції з числами. Призначення, історія виникнення, основні можливості та сфери застосування. Режими роботи: режим прямих обчислень та режим програмування. Інтеграція з іншими програмними системами. Засоби програмування. Інтерфейс системи MATLAB: рядок меню, командне вікно (Command Window), вікно Current Directory, вікно Command History інструментальні панелі, редактор М-файлів, робоча область (Workspace). Основні об'єкти MATLAB. Інтерактивний доступ до довідкової інформації. Математичний вираз. Дійсні і комплексні числа. Типи змінних і присвоєння їм значень. Введення дійсних і комплексних чисел. Простіші арифметичні дії та елементарні функції. аргументу.</p> <p>літературні джерела 6,7,8,11</p> <p>дистанційний курс «Пакети прикладних програм для моделювання електричних машин» лекція 1</p> <p><a href="https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=2463">https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=2463</a></p>

2	<p>Особливості введення векторів і матриць. Виключення і вставка частин матриць. Дії над векторами і матрицями. Поелементне перетворення матриць. Матричні функції. Функції обробки множин.</p> <p>літературні джерела 6,7,8,11 ;</p> <p>дистанційний курс «Пакети прикладних програм для моделювання електричних машин» лекція 2</p> <p><a href="https://do.ipro.kpi.ua/course/view.php?id=2463">https://do.ipro.kpi.ua/course/view.php?id=2463</a></p>
3	<p>Функції прикладної чисельної математики. Операції з поліномами. Векторна фільтрація.</p> <p>літературні джерела [6,7,8,11]</p> <p>дистанційний курс «Пакети прикладних програм для моделювання електричних машин» лекція 3</p> <p><a href="https://do.ipro.kpi.ua/course/view.php?id=2463">https://do.ipro.kpi.ua/course/view.php?id=2463</a></p>
4	<p>Обробка даних вимірювань. Апроксимація даних літературні джерела [6,7,8,11];</p>
	<p>дистанційний курс «Пакети прикладних програм для моделювання електричних машин» лекція 3,4</p> <p><a href="https://do.ipro.kpi.ua/course/view.php?id=2463">https://do.ipro.kpi.ua/course/view.php?id=2463</a></p>
5	<p>Побудова графіка функції однієї змінної. Побудова тривимірних графіків. Форматування графіків. Графіки в логарифмічному та напівлогарифмічному масштабі. Гістограми. Графіки з зонами похибок. Графіки векторів. Графіки поля градієнтів. літературні джерела [6,7,8,11];</p> <p>дистанційний курс «Пакети прикладних програм для моделювання електричних машин» лекція 5</p> <p><a href="https://do.ipro.kpi.ua/course/view.php?id=2463">https://do.ipro.kpi.ua/course/view.php?id=2463</a></p>
6	<p>Програмування в середовищі MATLAB. Оператори керування обчислювальним процесом. Створення М-файлів. Створення файлів-функцій (процедур). Створення функцій від функцій. Розрахунок динамічних характеристик ЕМ. літературні джерела [6,7,8,11];</p> <p>дистанційний курс «Пакети прикладних програм для моделювання електричних машин» лекція 6,7,8</p> <p><a href="https://do.ipro.kpi.ua/course/view.php?id=2463">https://do.ipro.kpi.ua/course/view.php?id=2463</a></p>
7	<p>Аналіз лінійних та нелінійних характеристик електричних машин. Отримання інформації о моделях електричних машин. Аналіз характеристик електричних машин. Синтез електромеханічних систем. Система SIMULINK.</p> <p>літературні джерела [1,4,5,6,7,8,11];</p> <p>дистанційний курс «Пакети прикладних програм для моделювання електричних машин» лекція 8</p> <p><a href="https://do.ipro.kpi.ua/course/view.php?id=2463">https://do.ipro.kpi.ua/course/view.php?id=2463</a></p>
8	<p>Загальні відомості про систему FEMM. Створення геометрії електричної машини. Граничні умови. Скінченно-елементний аналіз. Призначення та загальні принципи роботи системи FEMM. Інтерфейс системи: рядок меню, робоче вікно, інструментальні панелі, доступ до довідкової інформації. Рівняння Максвелла та постановка задачі розрахунку електромагнітного поля електричних машин. Граничні умови першого, другого і третього (умови періодичності) роду. Порядок задавання граничних умов. Симетрія і антисиметрія. Метод скінченних елементів.</p> <p>літературні джерела [1,2,3,4,5,7,9,10];</p> <p>дистанційний курс «Пакети прикладних програм для моделювання електричних машин» лекція 9-12</p> <p><a href="https://do.ipro.kpi.ua/course/view.php?id=2463">https://do.ipro.kpi.ua/course/view.php?id=2463</a></p>

9	<p>Препроцесорна обробка польової моделі електричної машини. Постпроцесорна обробка польової моделі електричної машини. Завдання фізичних властивостей матеріалів та джерел поля. Визначення інтегральних параметрів і характеристик електричних машин методами теорії електромагнітного поля.</p> <p>літературні джерела [1,2,3,4,5,7,9,10];</p> <p>дистанційний курс «Пакети прикладних програм для моделювання електричних машин» лекція 9-12</p> <p><a href="https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=2463">https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=2463</a></p>
---	---

*Комп'ютерні практикуми*

№ з/п	Короткий зміст комп'ютерних практикумів
1	<p style="text-align: center;"><b>ОПЕРАЦІЇ З ЧИСЛАМИ (Комп'ютерний практикум №1)</b></p> <p><b>Мета роботи</b> ознайомлення з інтерфейсом системи MATLAB, правилами введення даних та способами виконання простих обчислень.</p> <p><b>Програма проведення і опрацювання результатів досліджень:</b></p>

	<p>1. Погодити з викладачем варіант завдання. 2. За допомогою системи MATLAB та згідно з інструкціями, які викладені в розділі «Загальні відомості про систему MATLAB» виконати обчислення прикладів наведених в підпунктах 1-4 пункту 2 (див. нижче). 3. Після перевірки викладачем виконаного завдання потрібно зберегти файл з протоколом виконуваних операцій та отриманими відповідями на диск. Література: дистанційний курс «Пакети прикладних програм для моделювання електричних машин» <a href="https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=2463">https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=2463</a></p>
2	<p style="text-align: center;"><b>ОПЕРАЦІЇ З ВЕКТОРАМИ ТА МАТРИЦЯМИ (Комп'ютерний практикум №2)</b></p> <p><b>Мета роботи</b> – вивчення способів об'єктно-орієнтованої обробки двомірних масивів в системі MATLAB для складання «магічних» квадратів, які є популярним прикладом кроссум теорії чисел. Крім того, потрібно оволодіти способами модифікації матриць та операціями над ними.</p> <p><b>Програма проведення і опрацювання результатів досліджень:</b></p> <p>1. Погодити з викладачем варіант завдання. 2. За допомогою системи MATLAB та згідно з інструкціями, які викладені пункті 2 «Методичні вказівки щодо виконання роботи» (див. нижче), виконати обчислення прикладів наведених в підпунктах 1-4 пункту 2. 3. Після перевірки викладачем виконаного завдання потрібно зберегти файл з протоколом виконуваних операцій та отриманими відповідями на диск.</p> <p>Література: дистанційний курс «Пакети прикладних програм для моделювання електричних машин» <a href="https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=2463">https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=2463</a></p>

3	<p style="text-align: center;"><b>РОБОТА З ПОЛІНОМАМИ (Комп'ютерний практикум №3)</b></p> <p><b>Мета роботи</b> – ознайомлення з командами та правилами роботи з поліноміальними виразами в системі MATLAB. Знайомства зі способами знаходження коренів рівнянь різних ступенів за допомогою поліноміальних функцій MATLAB. Огляд деяких функцій лінійної алгебри.</p> <p><b>Програма проведення досліджень:</b></p> <p>1. Погодити з викладачем варіант завдання. 2. За допомогою системи MATLAB та згідно з інструкціями, які викладені пункті 2 «Методичні вказівки щодо виконання роботи» (див. нижче), виконати обчислення прикладів наведених в підпунктах 1 та 2 пункту 2. 3. Після перевірки викладачем виконаного завдання потрібно зберегти файл з протоколом виконуваних операцій та отриманими відповідями на диск.</p> <p>Література: дистанційний курс «Пакети прикладних програм для моделювання електричних машин» <a href="https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=2463">https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=2463</a></p>
4	<p style="text-align: center;"><b>ОБРОБКА ДАНИХ (Комп'ютерний практикум №4)</b></p> <p><b>Мета роботи</b> – ознайомитись з командами обробки масивів даних в системі MATLAB. Знайомства зі способами диференціювання та інтегрування, а також апроксимації, інтерполяції та спектрального аналізу даних.</p> <p><b>Програма проведення досліджень:</b></p> <p>1. Погодити з викладачем варіант завдання. 2. За допомогою системи MATLAB та згідно з інструкціями, які викладені в розділі «Загальні відомості про систему MATLAB», а також в пункті 2 «Методичні вказівки щодо виконання роботи» (див. нижче), виконати обчислення прикладів наведених в підпунктах 1–5 пункту 2. 3. Після перевірки викладачем виконаного завдання потрібно зберегти файл з протоколом виконуваних операцій та отриманими відповідями на диск.</p> <p>Література: дистанційний курс «Пакети прикладних програм для моделювання електричних машин» <a href="https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=2463">https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=2463</a></p>
5	<p style="text-align: center;"><b>ЗАСОБИ ПОБУДОВИ ГРАФІКІВ (Комп'ютерний практикум №5)</b></p> <p><b>Мета роботи</b> – ознайомитись з засобами для побудови дво- та тривимірних графіків в системі MATLAB. Знайомства зі способами спеціальних видів графіків та діаграм.</p> <p><b>Програма проведення досліджень:</b></p> <p>1. Погодити з викладачем варіант завдання. 2. За допомогою системи MATLAB та згідно з інструкціями, які викладені в пункті 2 «Методичні вказівки щодо виконання роботи»</p>
	<p>(див. нижче), виконати завдання наведені в підпунктах 1–6 пункту 2. 3. Після перевірки викладачем виконаного завдання потрібно зберегти файл з протоколом виконуваних завдань та отриманими відповідями на диск.</p> <p>Література: дистанційний курс «Пакети прикладних програм для моделювання електричних машин» <a href="https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=2463">https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=2463</a></p>
6	<p style="text-align: center;"><b>ОСНОВИ ПРОГРАМУВАННЯ (Комп'ютерний практикум №6)</b></p> <p><b>Мета роботи</b> – ознайомитись з елементами мови програмування системи MATLAB. Навчитись працювати з М-файлами, створювати файли-функції та Script-файли.</p> <p><b>Програма проведення досліджень:</b></p> <p>1. Погодити з викладачем варіант завдання. 2. За допомогою системи MATLAB та згідно з інструкціями, які викладені в пункті 2 «Методичні вказівки щодо виконання роботи» (див. нижче), виконати завдання наведені в підпунктах 1 та 2 пункту 2. 3. Після перевірки викладачем виконаного завдання потрібно зберегти файл з протоколом виконуваних завдань та отриманими відповідями на диск.</p> <p>Література: дистанційний курс «Пакети прикладних програм для моделювання електричних машин» <a href="https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=2463">https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=2463</a></p>

7	<p style="text-align: center;"><b>ЧИСЕЛЬНИЙ РОЗВ'ЯЗОК СИСТЕМ ДИФЕРЕНЦІЙНИХ РІВНЯНЬ (Комп'ютерний практикум №7)</b></p> <p><b>Мета роботи</b> – ознайомитись і здобути навички роботи з функціями для розв'язку систем звичайних диференціальних рівнянь в системі MATLAB.</p> <p><b>Програма проведення досліджень:</b></p> <p>1. Погодити з викладачем варіант завдання. 2. За допомогою системи MATLAB та згідно з інструкціями, які викладені в пункті 2 «Методичні вказівки щодо виконання роботи» (див. нижче), виконати завдання, що наведене в пункті 2. 3. Після перевірки викладачем виконаного завдання потрібно зберегти файл з протоколом виконуваних завдань та отриманими відповідями на диск.</p> <p>Література: дистанційний курс «Пакети прикладних програм для моделювання електричних машин» <a href="https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=2463">https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=2463</a></p>
8	<p style="text-align: center;"><b>СТВОРЕННЯ SPS-МОДЕЛІ В ПАКЕТІ MATLAB-SIMULINK (Комп'ютерний практикум №8)</b></p> <p><b>Мета роботи</b> – ознайомитись і здобути навички роботи з функціями для розв'язку систем диференціальних рівнянь в системі MATLAB.</p> <p><b>Програма проведення досліджень:</b></p> <p>1. Погодити з викладачем варіант завдання. 2. За допомогою системи MATLAB-SIMULINK та згідно з інструкціями, які викладені в пункті 2 «Методичні вказівки щодо виконання роботи» (див. нижче), виконати завдання, що наведені в пункті 2.</p> <p>3. Після перевірки викладачем виконаного завдання потрібно зберегти файл з протоколом виконуваних завдань та отриманими відповідями на диск.</p> <p>1. Погодити з викладачем варіант завдання. 2. За допомогою системи MATLAB та згідно з інструкціями, які викладені в пункті 2 «Методичні вказівки щодо виконання роботи» (див. нижче), виконати завдання, що наведене в пункті 2. 3. Після перевірки викладачем виконаного завдання потрібно зберегти файл з протоколом виконуваних завдань та отриманими відповідями на диск.</p> <p>Література: дистанційний курс «Пакети прикладних програм для моделювання електричних машин» <a href="https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=2463">https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=2463</a></p>
9	<p style="text-align: center;"><b>ДОСЛІДЖЕННЯ КОЛА З ПОСТІЙНИМИ МАГНІТИМИ В ПАКЕТІ FEMM (Комп'ютерний практикум №9)</b></p> <p><b>Мета роботи</b> – ознайомлення з інтерфейсом системи розрахунку фізичних полів FEMM та Comsol, здобуття навичок розрахунку плоско паралельного електромагнітного поля на прикладі кола з постійними магнітами.</p> <p><b>Програма проведення досліджень:</b></p>
	<p>1. Погодити з викладачем варіант завдання (табл. 9.1). 2. За допомогою пакету FEMM або Comsol та згідно з інструкціями, які викладені в розділі «Робота з пакетом FEMM», а також в пункті 2 «Методичні вказівки щодо виконання роботи» (див. нижче), виконати завдання наведені в підпунктах 1–4 пункту 2. 3. Після перевірки викладачем виконаного завдання потрібно зберегти файл з протоколом виконуваних завдань та отриманими відповідями на диск.</p> <p>Література: дистанційний курс «Пакети прикладних програм для моделювання електричних машин» <a href="https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=2463">https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=2463</a></p>

10	<p align="center"><b>ДОСЛІДЖЕННЯ АСИНХРОННОГО ДВИГУНА (Комп'ютерний практикум №10)</b></p> <p><b>Мета роботи</b> – здобуття навичок розрахунку електромагнітного поля в активній зоні асинхронного двигуна з короткозамкненим ротором. Ознайомлення зі способами завдання властивостей електричних кіл та способами аналізу параметрів обмоток.</p> <p><b>Програма проведення досліджень:</b></p> <p>1. Погодити з викладачем варіант завдання (табл. 10.1). 2. За допомогою пакету FEMM або Comsol та згідно з інструкціями, які викладені в розділі «Робота з пакетом FEMM», а також в пункті 2 «Методичні вказівки щодо виконання роботи», виконати завдання наведені в підпунктах 1–4 пункту 2. 3. Після перевірки викладачем виконаного завдання потрібно зберегти файл з протоколом виконуваних завдань та отриманими відповідями на диск.</p> <p>Література: дистанційний курс «Пакети прикладних програм для моделювання електричних машин» <a href="https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=2463">https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=2463</a></p>
11	<p align="center"><b>ДОСЛІДЖЕННЯ СИНХРОННОЇ МАШИНИ З ПОСТІЙНИМИ МАГНІТАМИ (Комп'ютерний практикум №11)</b></p> <p><b>Мета роботи</b> – здобуття навичок розрахунку електромагнітного поля в активній зоні синхронної машини з постійними магнітами. Закріплення знань з пост процесорної обробки результатів розрахунку. <b>Програма проведення досліджень:</b></p> <p>1.Погодити з викладачем варіант завдання. 2. За допомогою пакету FEMM або Comsol та згідно з інструкціями, які викладені в розділі «Робота з пакетом FEMM», а також в пункті 2 «Методичні вказівки щодо виконання роботи», виконати завдання наведені в підпунктах 1–4 пункту 2. 3. Після перевірки викладачем виконаного завдання потрібно зберегти файл з протоколом виконуваних завдань та отриманими відповідями на диск.</p> <p>Література: дистанційний курс «Пакети прикладних програм для моделювання електричних машин» <a href="https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=2463">https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=2463</a></p>
12	<p align="center"><b>ДОСЛІДЖЕННЯ МАШИНИ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ (Комп'ютерний практикум №12)</b></p> <p><b>Мета роботи</b> – Мета роботи: здобуття навичок розрахунку електромагнітного поля в активній зоні машини постійного струму. Закріплення знань з пост процесорної обробки результатів розрахунку.</p> <p><b>Програма проведення досліджень:</b></p> <p>1. Погодити з викладачем варіант завдання. 2. За допомогою пакету FEMM або Comsol та згідно з інструкціями, які викладені в розділі «Робота з пакетом FEMM», а також в пункті 2 «Методичні вказівки щодо виконання роботи», виконати завдання наведені в підпунктах 1–4 пункту 2. 3. Після перевірки викладачем виконаного завдання потрібно зберегти файл з протоколом виконуваних завдань та отриманими відповідями на диск.</p> <p>Література: дистанційний курс «Пакети прикладних програм для моделювання електричних машин» <a href="https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=2463">https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=2463</a></p>

## 6. Самостійна робота студента

№ з/п	Вид самостійної роботи	Кількість годин СРС
1	Підготовка до аудиторних занять	34
2	Підготовка до МКР	6
3	Підготовка до заліку	8

**Політика та контроль**

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

*Система вимог, які викладач ставить перед студентом:*

- *правила відвідування занять: відповідно до Наказу 1-273 від 14.09.2020 р. заборонено оцінювати присутність або відсутність здобувача на аудиторному занятті, в тому числі нараховувати заохочувальні або штрафні бали. Відповідно до РСО даної дисципліни бали нараховують за відповідні види навчальної активності на лекційних та комп'ютерних практикумах. Відпрацювання комп'ютерних практикумів з дисципліни є обов'язковою умовою допуску до заліку;*
- *правила поведінки на заняттях: студент має можливість отримувати бали за відповідні види навчальної активності на лекційних та комп'ютерних практикумах, передбачені РСО дисципліни. Використання засобів зв'язку для пошуку інформації на гугл-диску викладача, в інтернеті, в дистанційному курсі на платформі Сікорський здійснюється за умови вказівки викладача;*
- *правила захисту комп'ютерних практикумів: допускається як індивідуальний захист робіт, так і колективний (у складі бригади, склад якої визначають на першому лабораторному занятті). В обох випадках оцінюють індивідуальні відповіді кожного студента.*
- *правила призначення заохочувальних та штрафних балів: заохочувальні та штрафні бали не входять до основної шкали РСО, а їх сума не перевищує 10% стартової шкали. Заохочувальні бали нараховують за розробку оригінального способу розв'язання задачі. Штрафні бали нараховують за несвоєчасний захист лабораторних робіт.*
- *політика дедлайнів та перескладань: несвоєчасний захист комп'ютерних практикумів передбачають нарахування штрафних балів. Якщо студент не проходив або не з'явився на МКР, його результат оцінюється у 0 балів. Перескладання захисту комп'ютерних практикумів та результатів МКР не передбачено;*
- *політика щодо академічної доброчесності: Кодекс честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут» <https://kpi.ua/files/honorcode.pdf> встановлює загальні моральні принципи, правила етичної поведінки осіб та передбачає політику академічної доброчесності для осіб, що працюють і навчаються в університеті, якими вони мають керуватись у своїй діяльності, в тому числі при вивченні та складанні контрольних заходів з дисципліни «Електричні машини»;*
- *при використанні цифрових засобів зв'язку з викладачем (мобільний зв'язок, електронна пошта, переписка на форумах та у соц.мережах тощо) необхідно дотримуватись загальноприйнятих етичних норм, зокрема бути ввічливим та обмежувати спілкування робочим часом викладача.*

## **8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (РСО)**

**Поточний контроль:** МКР

**Календарний контроль:** провадиться один раз на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу. **Семестровий контроль:** залік

**Умови допуску до семестрового контролю:** мінімально позитивна оцінка за розрахунковографічну роботу, зарахування усіх лабораторних робіт, семестровий рейтинг більше 30 балів.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

Кількість балів	Оцінка
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

Загальна рейтингова оцінка студента після завершення семестру складається з балів, отриманих за:

- виконання та захист дванадцяти комп'ютерних практикумів;
- виконання контрольної роботи у рамках модульної контрольної роботи (МКР).

Комп'ютерні практикуми	МКР	R <sub>c</sub>	R <sub>зал</sub>	R
60	10	70	30	100

#### **Виконання та захист лабораторних робіт**

Ваговий бал – 5.

Максимальна кількість балів за всі лабораторні роботи дорівнює  $5 \cdot 12 = 60$  балів.

Критерії оцінювання

- Повне виконання обчислень в системі MATLAB чи FEMM, якісне оформлення протоколу і повна відповідь при захисті роботи – 5 балів;
- Виконання обчислень з незначними помилками або неякісне оформлення протоколу і повна відповідь при захисті роботи – 4 бали;
- Суттєві помилки в обчисленні але повне розуміння теми і матеріалу комп'ютерного практикуму – 2... 3 балів;
- Неповна або неточна відповідь при захисті роботи і погане оформлення протоколу – 1 бал;
- Комп'ютерний практикум у цілому незахищений – 0 балів.

#### **Модульна контрольна робота Ваговий**

бал – 10.

Максимальний бал за МКР –  $1 \cdot 10 = 10$ .

Модульна контрольна робота складається з п'яти задач.

Критерії оцінювання

- правильне розв'язання 5 задач – 10 балів;
- часткове розв'язання задач, наявність незначних помилок – 5-9 балів;
- правильне розв'язання 4 задачі – 8 балів;
- правильне розв'язання 3 задачі – 6 балів;
- правильне розв'язання 2 задач – 4 балів; - правильне розв'язання 1 задачі – 2 бали; - відсутність відповіді – 0 балів.

Календарний контроль базується на поточній рейтинговій оцінці. Умовою позитивної атестації є значення поточного рейтингу студента не менше 50% від максимально можливого на час атестації.

### **Форма семестрового контролю – залік Залікова**

робота складається з п'яти практичних завдань

*Критерії оцінювання заліку*

*Рейтинг  $R_c \geq 0,6 \cdot R$ , тобто 60 балів – зараховується автоматично.*

*Рейтинг  $R_c$  в межах  $(0,4 - 0,59) \cdot R$ , тобто 40 – 59 балів – студенти складають залік.*

*Максимальний рейтинг заліку  $R_z = 30$  балів.*

*Рейтинг заліку  $R_z = 28 - 30$  балів – студент дав вичерпні та логічні відповіді на всі завдання та питання (при необхідності – й на додаткові питання).*

*Рейтинг заліку  $R_z = 17 - 27$  балів – студент надав повне і правильне (або з незначними помилками) виконання завдання, присутні окремі помилки при відповіді на питання, які втім студент може виправити за допомогою викладача*

*Рейтинг заліку  $R_z = 6 - 16$  балів – студент надав повне виконання завдання з суттєвими помилками, часткова відповідь на питання та/або допущення окремих несуттєвих помилок при відповіді на питання*

*Рейтинг заліку  $R_z = 5$  балів – у відповіді студент надав неповне виконання (або невиконання) завдання, наявність в завданні значних помилок; часткова відповідь (або її відсутність) на питання, допущення суттєвих помилок при відповіді на питання.*

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

#### ***Перелік тем, які виносяться на семестровий контроль***

- 1. Операції з числами*
- 2. Операції з векторами і матрицями*
- 3. Системи рівнянь*
- 4. Поліноми та їх вирішення*
- 5. Апроксимація*
- 6. Інтерполяція*
- 7. Побудова графіків*
- 8. Створення SPS - систем*
- 9. Дослідження роботи асинхронного двигуна в умовах несиметрії навантаження чи джерела живлення*
- 10. Моделювання однофазного трансформатора в середовищі FEMM із заданою геометрією*

***Сертифікати проходження дистанційних чи онлайн курсів за відповідною тематикою можуть бути зараховані за умови виконання вимог, наведених у НАКАЗІ № 7-177 від***

***01.10.2020 Про затвердження положення про визнання в КПІ ім. Ігоря Сікорського РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ, НАБУТИХ У НЕФОРМАЛЬНІЙ/ІНФОРМАЛЬНІЙ ОСВІТІ***

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

**Складено** професором кафедри електромеханіки ФЕА, док.філ. Ткачуком І.В.

**Ухвалено** кафедрою електромеханіки ФЕА (протокол № від р.)

**Погоджено** Методичною комісією факультету<sup>1</sup> (протокол № від р.)

---

<sup>1</sup> Методичною радою університету – для загальноуніверситетських дисциплін.

---