



СИЛОВІ ТРАНСФОРМАТОРИ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	14 «Електрична інженерія»
Спеціальність	141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»
Освітня програма	<i>Електричні машини і апарати (electric machines and apparatus)</i>
Статус дисципліни	Нормативна, цикл професійної підготовки
Форма навчання	Очна (денна) та очна (денна) прискорена
Рік підготовки, семестр	Студенти загальної форми навчання - 2 курс, 4-й семестр Студенти прискореної форми навчання – 1 курс, 2-й семестр
Обсяг дисципліни	4 кредити ECTS / 120 годин (Лекції – 18 год., Практичні заняття – 18 год., Лабораторні роботи – 18 год., Самостійна робота – 66 год.)
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Залік / МКР, РГР
Розклад занять	http://rozklad.kpi.ua
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектори: д.т.н., проф. Васьковський Юрій Миколайович, тел. 0501022010 к.т.н., доц. Реуцький Микола Олександрович тел. 0501724189 Практичні: доцент Гераскін О.А. Лабораторні: доцент Гераскін О.А.
Розміщення курсу	Посилання на дистанційний ресурс Moodle https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=883

Програма навчальної дисципліни

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

Програму навчальної дисципліни «Силові трансформатори» складено відповідно до Освітньо-професійної програми першого (бакалаврського) рівня вищої освіти підготовки бакалавра за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» та спеціалізацію «Електричні машини і апарати».

Метою навчальної дисципліни є формування у студентів наступних компетентностей:

ЗК02 – Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

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

ЗК07 – Здатність працювати в команді;

ФК15 – Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з роботою електричних машин, апаратів та автоматизованого електроприводу; **ФК21** – Здатність оперативно вживати ефективні заходи в умовах надзвичайних (аварійних) ситуацій в електроенергетичних та електромеханічних системах.

Предметом навчальної дисципліни є сукупність конструктивно-технологічних параметрів та експлуатаційних характеристик сучасних силових трансформаторів, методи їх дослідження та розрахунку.

Програмні результати навчання:

ПР19. Застосовувати придатні емпіричні і теоретичні методи для зменшення втрат електричної енергії при її виробництві, транспортуванні, розподіленні та використанні;

ПР23. Застосовувати сучасні методи експериментального дослідження електричних машин і апаратів, електромеханічних перетворювачів енергії, електромеханічних комплексів;

ПР24. Розуміти особливості конструкції, технічних характеристик, принципів дії та режимів роботи електромеханічних пристроїв, електричних машин і апаратів, у тому числі потужних турбо- і гідрогенераторів.

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

Пререквізити: успішне засвоєння дисципліни базується на знаннях, отриманих студентом під час вивчення таких дисциплін, як «Фізика», «Вища математика», «Теоретичні основи електротехніки».

Постреквізити: В структурно-логічній схемі навчального плану підготовки бакалаврів дисципліна «Силові трансформатори» забезпечує подальше вивчення таких спеціальних дисциплін, як «Електричні машини», «Основи автоматизованого проектування електричних машин», «Виробництво та експлуатація електричних машин».

3. Зміст навчальної дисципліни

Дисципліна структурно складається з 2-х змістовних модулів, а саме:

Змістовий модуль 1. Конструкція, параметри та характеристики трансформаторів.

Тема 1.1. Призначення, класифікація та принцип дії трансформаторів.

Тема 1.2. Намагнічування магнітопроводів трансформаторів.

Тема 1.3. Схема заміщення трансформатора.

Тема 1.4. Робота трансформатора під навантаженням.

Змістовий модуль 2. Режими роботи та спеціальні типи трансформаторів.

Тема 2.1. Несиметричне навантаження трансформаторів.

Тема 2.2. Перехідні процеси в трансформаторах.

Тема 2.3. Спеціальні типи трансформаторів.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Основні інформаційні ресурси:

1. Андрієнко В.М., Куєвда В.П. Електричні машини. Київ, НУХТ, 2012. – 366 с.

2. Осташевський М. О., Юр'єва О. Ю. Електричні машини і трансформатори: навч. посібник Харків : ФОП Панов А. М., 2017. – 452 с.

3. Яцун М.А. Електричні машини. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2011. 464 с.

4. Курс: Силові трансформатори (kpi.ua) <https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=883>

5. Електричні машини. Розділ Трансформатори (методичні вказівки до практичних занять студентів ОКР "бакалавр") // Васьковський Ю.М., Гераскін О.А. Електронне видання з грифом ФЕА НТУУ «КПІ», протокол ради ФЕА №8 від 27.03.2013 р., – 37 с.

6. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт, розділи «Трансформатори», «Асинхронні машини». // Реуцький М.О., Анпілогов М.Г., Давидов О.М., Дубчак Є.М. К.: НТУУ «КПІ», 2013. – 54с.

Додаткові інформаційні ресурси:

8. Грабко В. В. Експериментальні дослідження електричних машин. Частина IV. Трансформатори: навчальний посібник / В. В. Грабко, М. П. Розводюк, С. М. Левицький. – Вінниця : ВНТУ, 2008. – 219 с/

9. Electrical Machines <https://books.google.com.ua/books?id=FLqMyqrZDqEC&hl=uk&source=gbs>.

10. https://books.google.com.ua/books?id=SPFKDwAAQBAJ&hl=uk&source=gbs_book_similarbooks

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекційні заняття:

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (посилання на літературу та завдання на СРС)
1	Лекція 1. Призначення та класифікація трансформаторів. Роль та значення трансформаторів у сучасній електротехніці, їх класифікація. Література: [1], с. 11- 22; [2], с.17-20. Завдання на СРС: Види та конструкція магнітопроводів трансформаторів.
	Принцип дії та конструкція трансформаторів. Принцип дії трансформаторів. Визначення ЕРС обмоток. Конструкція магнітопроводів та обмоток силових трансформаторів. Література: [1], с. 11- 22; [2], с.17-20. Завдання на СРС: Броньові і броньостержневі конструкції обмоток трансформаторів.
2	Лекція 2. Схеми з'єднання обмоток трифазних трансформаторів. Схеми зірка, трикутник, зіг-заг. Обґрунтування доцільності вибору схем з'єднань обмоток. Література: [1], с. 11- 22; [2], с.17-20. Завдання на СРС: Види та конструкція обмоток трансформаторів.
	Групи з'єднань обмоток трансформаторів. Групи з'єднань однофазних і трифазних трансформаторів. Стандартизовані групи єднань. Література: [1], с. 11- 22; [2], с.17-20. Завдання на СРС: Аналіз можливої кількості груп з'єднань однофазних і трифазних трансформаторів
3	Лекція 3. Намагнічування магнітопроводів трансформаторів. Явище намагнічування магнітопроводів трансформаторів з урахуванням нелінійності кривої намагнічування сталі. Література: [1], с. 23- 27. [2], с.23-35. Завдання на СРС: Розрахунок магнітного кола трансформаторів.
	Обґрунтування та вибір схеми з'єднань обмоток трифазного трансформатора. Обґрунтування доцільності схем типу Δ/Y та Y/Δ та недоцільності використання схеми Y/Y внаслідок впливу магнітних полів

	<p>третіх гармонік. Література: [1], с. 23- 27. [2], с.23-25. Завдання на СРС: Розклад струмів вторинної обмотки на гармонічні складові.</p>
4	<p>Лекція 4. Магнітні поля в трансформаторі. Поняття про магнітне поле взаємоіндукції та магнітні поля розсіювання обмоток. Фізичний зміст та вплив магнітних полів розсіювання на характеристики трансформатора. Література: [1], с. 31- 34. [2], с.25-35. Завдання на СРС: Аналіз залежності магнітних потоків розсіювання від геометрії обмоток.</p> <p>Електричні параметри трансформатора і рівняння напруг його обмоток. Індуктивні опори трансформатора. Рівняння напруг обмоток трансформатора в комплексній формі. Література: [1], с.34-46. [2]; с.36-42. Завдання на СРС: Спрощена схема заміщення трансформатора.</p>
5	<p>Лекція 5. Приведення вторинної обмотки трансформатора до первинної. Схема заміщення трансформатора без врахування втрат в сталі. Режими неробочого (холостого) ходу та короткого замикання (КЗ) трансформатора. Література: [1], с.34-46; [2], с. 43-48. Завдання на СРС: Розрахункове визначення параметрів схеми заміщення.</p> <p>Схема заміщення трансформатора з врахуванням втрат в сталі. Експериментальне визначення параметрів схеми заміщення. Література: [1], с.34-46; [2], с. 43-48. Завдання на СРС: Схема відносних одиниць.</p>
6	<p>Лекція 6. Робота трансформатора під навантаженням. Векторні та енергетичні діаграми трансформатора. Втрати і ККД трансформатора. Література: [1], с. 49-54; [2], с.50-57. Завдання на СРС: Регулювання напруги трансформатора з відключенням від мережі.</p> <p>Зовнішня характеристика трансформатора. Змінення напруги трансформатора в залежності від характеру навантаження. Література: [1], с. 49-54; [2], с.50-57. Завдання на СРС: Регулювання напруги трансформатора під навантаженням.</p>
7	<p>Лекція 7. Паралельна робота трансформаторів. Умови включення трансформаторів на паралельну роботу. Література: [1], с. 45-61; [2], с.59-70. Завдання на СРС: Розподіл потужності між трансформаторами, що працюють паралельно.</p> <p>Несиметричне навантаження трансформатора. Використання методу несиметричних складових. Несиметричне навантаження трансформатора при відсутності та наявності струмів нульової послідовності. Література: [1], с. 61-65; [2], с.78-83. Завдання на СРС: Несиметричні КЗ трансформатора.</p>
8	<p>Лекція 8. Перехідні процеси в трансформаторах. Вмикання трансформатора під напругу. Література: [1] с. 66-73; [2], с.84-89. Завдання на СРС: Визначення аперіодичної складової струму вмикання.</p> <p>Перехідні процеси в трансформаторах. Раптове КЗ трансформатора. Наслідки дії струмів КЗ.</p>

	Література: [1] с. 66-73; [2], с.84-89. Завдання на СРС: Визначення аперіодичної складової струму КЗ.
9	Лекція 9. Спеціальні типи трансформаторів. Трьох обмоткові трансформатори. Автотрансформатори. Література: [1] с. 75-78; [2], с.89-29. Завдання на СРС: Порівняльний аналіз та визначення ефективності використання трансформаторів та автотрансформаторів. Методи та засоби охолодження трансформаторів. Література: [4] с. 151-160. Завдання на СРС: Повітряні і масляні трансформатори.
Усього 18 годин	

Практичні заняття: На практичних заняттях методика виконання типових розрахунків повинна ставати робочим інструментом, який студент може використовувати в подальшій роботі. Темі практичних занять:

№	Назва теми заняття та перелік основних питань (посилання на літературу та завдання на СРС)	Години
1	Заняття 1. Конструкція трансформаторів. Стержньова та броньова конструкції магнітопроводів. Обмотки трансформаторів. Література: [1], с.5-11	2
2	Заняття 2. Розрахунок магнітного кола трансформатора. Методи розрахунку магнітного кола трансформатора. Розв'язання задач. Література: [5], с.8-10. Завдання на СРС: Розв'язання задач.	2
3	Заняття 3. Електромагнітні процеси в трансформаторах при неробочому ході і КЗ. Розрахунок параметрів і схеми заміщення трансформатора по даним дослідів неробочого ходу і КЗ. Література: [1], с. 11-22; [5], с.11-15; [6], с.8-15. Завдання на СРС: Розв'язання задач.	2
4	Заняття 4. Робота трансформаторів під навантаженням. Втрати та ККД трансформаторів. Зміна напруги та зовнішня характеристика трансформатора. Розв'язання задач. Література: [1], с. 49-54; [6], с. 15-20. Завдання на СРС: Розв'язання задач.	2
5	Заняття 5. Паралельна робота трансформаторів. Паралельна робота трансформаторів. Розв'язання задач. Контрольна робота (частина 1). Література: [1], с. 45-61; [6], с. 15-20.	2
6	Заняття 6. Несиметрична робота трансформаторів. Несиметричне навантаження трифазних трансформаторів. Розв'язання задач. Література: [1], с.61-65; [5], с. 21-22. Завдання на СРС: Розв'язання задач.	2
7	Заняття 7. Перехідні процеси в трансформаторах. Включення трансформатора та його КЗ. Розв'язання задач. Література: [1], с.66-73; [5], с.23-24. Завдання на СРС: Розв'язання задач.	2
8	Заняття 8. Спеціальні типи трансформаторів. Три обмоткові трансформатори та автотрансформатори. Модульна контрольна робота (частина 2). Література: [1], с.75-73. Завдання на СРС: Розв'язання задач.	2

9	Заняття 9. Залік	2
		Усього 18 годин

Лабораторні заняття: Кожне лабораторне заняття розраховано на 4 аудиторні години.

№	Назва лабораторного заняття	Години
1	Заняття 1. Вступне заняття. Інструктаж з правил техніки безпеки при виконанні лабораторних робіт. Особливості монтажу схем дослідження трансформаторів, вибору приладів та реостатів.	4
2	Заняття 2. Дослідження трифазного двох обмоткового трансформатора. Література: [1], с.42-45, [9], с.21-35.	4
3	Заняття 3. Дослідження паралельної роботи двох обмоткових трифазних трансформаторів. Групи з'єднань трансформаторів. Література: [1], с.45-61; [9], с.36-44.	4
4	Заняття 4. Дослідження однофазного трьох обмоткового трансформатора. Література: [1], с.65-67; [9], с.44-53.	4
5	Захист результатів лабораторних робіт	2
		Усього 18 годин

6. Самостійна робота студента

В таблиці наведено основні завдання, що виносяться на самостійну роботу студентів

№	Назва теми, що виносяться на самостійне опрацювання	Години
1	Завдання на СРС 1: Види та конструкція магнітопроводів трансформаторів.	2
2	Завдання на СРС 2: Броньові і броньостержневі конструкції обмоток трансформаторів.	2
3	Завдання на СРС 3: Види та конструкція обмоток трансформаторів.	4
4	Завдання на СРС 4: Аналіз можливої кількості груп з'єднань однофазних і трифазних трансформаторів	2
5	Завдання на СРС 5: Розрахунок магнітного кола трансформаторів.	4
6	Завдання на СРС 6: Розклад струмів вторинної обмотки на гармонічні складові.	4
7	Завдання на СРС 7: Аналіз залежності магнітних потоків розсіювання від геометрії обмоток.	4
8	Завдання на СРС 8: Спрощена схема заміщення трансформатора.	4
9	Завдання на СРС 9: Розрахункове визначення параметрів схеми заміщення.	4
10	Завдання на СРС 10: Схема відносних одиниць.	2
11	Завдання на СРС 11: Регулювання напруги трансформатора з відключенням від мережі.	2
12	Завдання на СРС 12: Регулювання напруги трансформатора під навантаженням.	2
13	Завдання на СРС: 13 Розподіл потужності між трансформаторами, що працюють паралельно.	2
14	Завдання на СРС 14: Несиметричні КЗ трансформатора.	2
15	Завдання на СРС 15: Визначення аперіодичної складової струму вмикання.	4

16	Завдання на СРС 16: <i>Визначення аперіодичної складової струму КЗ.</i>	2
17	Завдання на СРС 17: <i>Порівняльний аналіз та визначення ефективності використання трансформаторів та автотрансформаторів.</i>	2
18	Завдання на СРС 18: <i>Повітряні і масляні трансформатори.</i>	2
19	<i>Підготовка до модульної контрольної роботи</i>	4
20	<i>Підготовка до заліку</i>	12
Усього 66 години		

Розрахунково-графічна робота. Для закріплення та узагальнення отриманих знань з теорії трансформаторів студенти виконують індивідуальне семестрове завдання – розрахунково-графічну роботу (РГР). Тема РГР: «Розрахунок параметрів та характеристик трифазного силового трансформатора». Варіант вхідних даних узгоджується та надається викладачем.

Модульна контрольна робота. Для одержання студентами стійких знань передбачено виконання модульної контрольної роботи, на яку виносяться основні питання дисципліни.

Модульна контрольна робота складається з двох частин (контрольних робіт):

- контрольна робота 1 по темам 1.1 – 1.4.
- контрольна робота 2 по темам 2.1 – 2.3.

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 практичних заняттях.*

- *правила поведінки на заняттях: студент має можливість отримувати бали за відповідні види навчальної активності на лекційних та практичних заняттях, 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 індивідуальних завдань: захист РГР з дисципліни здійснюється індивідуально і лише у випадку, коли студент не погоджується із нарахованими балами за результатами перевірки РГР (за умови дотримання календарного плану виконання РГР);*

- *політика дедлайнів та перескладань: якщо студент не проходив або не з'явився на МКР (без поважної причини), його результат оцінюється у 0 балів. Перескладання 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 даної дисципліни;*

- *при використанні цифрових засобів зв'язку з викладачем (мобільний зв'язок, електронна пошта, переписка на форумах та у соцмережах тощо) необхідно дотримуватись загальноприйнятих етичних норм, зокрема бути ввічливим та обмежувати спілкування робочим часом викладача.*

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

PCO розроблена згідно з «Положенням про систему оцінювання результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського» (затверджено та уведено в дію наказом № 1/273 від 14.09.2020 р.)

Поточний контроль: експрес-опитування, МКР, РГР, виконання та захист лабораторних робіт, виконання завдань під час практичних занять.

Календарний контроль: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.

Семестровий контроль: залік.

PCO передбачає оцінювання результатів навчання здобувача вищої освіти впродовж семестру – проходження або виконання певних видів робіт, передбачених заходами поточного контролю.

Оцінювання результатів навчання здійснюється за 100-бальною шкалою.

Умови допуску до семестрового контролю: обов'язковими умовами допуску до семестрового контролю є: виконання та захист домашньої контрольної роботи, виконання та захист лабораторних робіт, кількість балів, передбачених заходами поточного контролю – не менше 40 балів .

Поточний семестровий рейтинг студента складається з балів, отриманих за:

- відповіді під час проведення експрес-опитувань на лекціях;
- виконання модульної контрольної роботи (МКР);
- виконання розрахунково-графічної роботи (РГР);
- виконання та захист лабораторних робіт;
- виконання розрахункових завдань при проведенні практичних занять.

Бальне оцінювання певних видів робіт, передбачених заходами поточного контролю:

Відповіді під час проведення експрес-опитувань на лекціях

Ваговий бал за одне експрес-опитування – 1 бал.

Максимальна кількість балів на одного студента дорівнює: 1 бал * 3 опитування = 3 бали.

Критерії оцінювання

- правильні відповіді на окремі питання з місця – 1 бал;

Індивідуальне семестрове завдання (РГР)

Згідно з робочою навчальною програмою студент виконує РГР.

Максимальна кількість балів за виконання РГР дорівнює 40 балів.

Критерії оцінювання:

- правильне і вчасне виконання – 35 ...40 балів (в залежності від якості оформлення);
- є окремі помилки, відсутність висновків, неправильне оформлення – 20...34 балів;
- є суттєві помилки – 2...19 балів;
- неправильне виконання або виконання варіанту РГР з іншими (неправильними) вхідними даними – 0 балів;
- на виконання РГР відводять 4 тижні з моменту видачі завдання; задача РГР після встановленого терміну передбачає зниження оцінки - 3 бали за кожен тиждень понад встановлений термін.

Модульна контрольна робота

Максимальна кількість балів за виконання МКР дорівнює 12 балів.

Критерії оцінювання:

- повна відповідь на запитання (більше 90% матеріалу) 10..12 балів;
- неповна відповідь на запитання (від 50 до 90% матеріалу) - 4... 9 балів;
- відповідь містить менше 50 % правильних відповідей – 0 балів;

Лабораторні роботи

- Ваговий бал за одну лабораторну роботу — 10. Максимальна кількість балів за 3 лабораторні роботи дорівнює:

10 балів*3 = 30 балів.

Критерії оцінювання:

- 2 бали — підготовка до роботи,
- 4 бали — виконання лабораторної роботи,
- 4 бали — захист лабораторної роботи.

Виконання завдань під час практичних занять

Максимальна кількість балів, яка може бути отримана під час проведення практичних занять дорівнює 15 балів.

Критерії оцінювання:

- обсяг правильних розв'язків задач розрахунку трансформатора (80-100%) 12...15 балів;
- обсяг правильних розв'язків задач розрахунку трансформатора (40-70%) 6...11 балів;
- обсяг правильних розв'язків задач розрахунку трансформатора (0-39%) 0...5 балів;

Календарний контроль базується на поточній рейтинговій оцінці. Умовою позитивної атестації є поточний рейтинг студента не менше 50% від максимально можливого.

Максимальна сума вагових балів контрольних заходів, які студент може отримати протягом семестру складає:

$$R_c = 3 + 40 + 12 + 30 + 15 = 100 \text{ балів.}$$

Здобувачі, які виконали всі умови допуску до заліку та мають рейтингову оцінку 60 і більше балів, отримують відповідну до набраного рейтингу оцінку без додаткових випробувань.

Зі здобувачами, які виконали всі умови допуску до заліку але мають рейтингову оцінку менше 60 балів, а також з тими здобувачами, хто бажає підвищити свою рейтингову оцінку, викладач проводить семестровий контроль у вигляді **залікової контрольної роботи (ЗКР) або співбесіди**.

У разі проведення ЗКР (співбесіди), результуюча сума балів по дисципліні визначається як сума балів безпосередньо за результатами ЗКР (співбесіди) та балів за виконання РГР. У цьому випадку розмір шкали оцінювання безпосередньо ЗКР (співбесіди) зменшується на максимальне значення балів, передбачених за виконання РГР і складає у даному випадку $100 - 40 = 60$ балів. Таким чином при проведенні ЗКР студент максимально може отримати також 100 балів (60 балів ЗКР і 40 балів за РГР).

Якщо оцінка за залікову контрольну роботу менша ніж за рейтингом, то попередній рейтинг здобувача скасовується і він отримує оцінку з урахуванням результатів залікової контрольної роботи (співбесіди). Цей варіант формує відповідальне ставлення здобувача до прийняття рішення про виконання залікової контрольної роботи, змушує його критично оцінити рівень своєї підготовки та ретельно готуватися до заліку.

Критерії оцінювання ЗКР

- повні і правильні відповіді на усі поставлені запитання $R_3 = 55 - 60$ балів;
- відповіді з певними несуттєвими похибками $R_3 = 45 - 54$ бали (в залежності від кількості похибок);
- відповідь без суттєвих помилок, але не з повним обсягом потрібної інформації $R_3 = 30 - 44$ бали;
- неповна відповідь з певними помилками $R_3 = 20-29$ балів;
- неповна відповідь зі значною кількістю помилок, але які не є принциповими $R_3 = 8-19$ балів;
- повністю неправильна відповідь або відсутність відповіді – 0 балів.

Таблиця відповідності сумарних рейтингових балів оцінкам за наступною шкалою:

Сумарна кількість балів R_p	Оцінка	Результат
95-100	Відмінно	зараховано
85-94	Дуже добре	
75-84	Добре	

65-74	Задовільно	
60-64	Достатньо	
Менше 60	Незадовільно	Не зараховано
Менше 30	Не допущено	Не допущено

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Перелік тем, які виносяться на семестровий контроль

1. Принцип дії, конструкція і основні види трансформаторів.
2. Групи і схеми з'єднань обмоток трансформаторів.
3. Рівняння і схема заміщення трансформатора. Приведення вторинної обмотки трансформатора до первинної.
4. Схема заміщення і векторна діаграма трансформатора.
5. Схема заміщення трансформатора з урахуванням магнітних втрат.
6. Режими холостого ходу і короткого замикання трансформатора. Експериментальне визначення параметрів трансформатора.
7. Робота трансформатора на навантаження. Умова максимуму ККД. Енергетичні діаграми.
8. Магнітні поля, електричні параметри і характеристики трансформатора.
9. Втрати в трансформаторі, їх структура і способи зменшення.
10. Паралельна робота трансформаторів. Умови включення на паралельну роботу.
11. Зміна напруги трансформатора при навантаженні. Регулювання напруги трансформатора.
12. Робота трансформаторів при несиметричному навантаженні.
13. Перехідні процеси в трансформаторах.
14. Автотрансформатори.
15. Трьохобмоткові трансформатори

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено: професором кафедри електромеханіки ФЕА, д.т.н. Васьковським Ю.М.,

Ухвалено кафедрою електромеханіки ФЕА (протокол № 10 від 19.05.2023 р.)

Погоджено Методичною комісією факультету (протокол № 10 від 22.06.2023 р.)