



КУРСОВА РОБОТА З ЕЛЕКТРИЧНИХ АПАРАТІВ

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>Електротехнічні пристрої та електротехнологічні комплекси</i>
Статус дисципліни	<i>Нормативна</i>
Форма навчання	<i>Очна (денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>2 курс, весняний семестр;</i>
Обсяг дисципліни	<i>Всього 1 кредит ECTS / 30 годин; самостійна робота – 30 годин</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>КР, залік</i>
Розклад занять	<i>Консультація викладача</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Захист КР: к.т.н., Гаран Ярослав Олександрович, y.garan@kpi.ua</i>
Розміщення курсу	<i>https://classroom.google.com/c/MTUxMTY3NjQ0MzA3?cjc=y64ra3x</i>

Програма навчальної дисципліни

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

Програму навчальної дисципліни «Курсова робота з електричних апаратів» складено відповідно до освітньо-професійної програми підготовки бакалавра з галузі знань 14 «Електрична інженерія» за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка».

Метою дисципліни є використання студентами теоретичних знань й практичних навичок для розрахунків режимів та проектування вузлів електротехнологічного устаткування, а також формування та закріплення у студентів наступних компетентностей:

Компетентності:

K01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу і синтезу.

K15. Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з роботою електричних машин, апаратів та автоматизованого електроприводу.

K17. Здатність розробляти проекти електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного устаткування із дотриманням вимог законодавства, стандартів і технічного завдання.

K20. Усвідомлення необхідності постійно розширювати власні знання про нові технології в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці.

K22. Здатність розробляти проекти автоматизованих систем керування технологічними процесами на базі мікропроцесорної техніки.

K23. Здатність використовувати методи сучасної теорії керування складними об'єктами, оцінювання стану та їх параметрів, адаптивного настроювання параметрів цифрових регуляторів для створення автоматизованих систем керування технологічними процесами на основі мікропроцесорних контролерів.

Предметом вивчення дисципліни є улаштування, функціонування, параметри та режими роботи, випробування та діагностування електричних апаратів.

Програмні результати навчання, на формування та покращення яких спрямована дисципліна:

ПР02. Знати і розуміти теоретичні основи метрології та електричних вимірювань, принципи роботи пристроїв автоматичного керування, релейного захисту та автоматики, мати навички здійснення відповідних вимірювань і використання зазначених пристроїв для вирішення професійних завдань.

ПР06. Застосовувати прикладне програмне забезпечення, мікроконтролери та мікропроцесорну техніку для вирішення практичних проблем у професійній діяльності.

ПР20. Знати і розуміти принципи роботи автоматизованих систем керування технологічними процесами.

ПР21. Знати і розуміти теоретичні, методологічні та інженерні основи створення і реалізації автоматизованих систем керування технологічними процесами.

ПР22. Вміти працювати із загальним програмним забезпеченням автоматизованих систем керування технологічними процесами.

Дисципліна «Курсова робота з електричних апаратів» є базою для спеціальних електротехнічних дисциплін, в яких використовують характеристики електричних апаратів, розрахунки режимів їх роботи. Дисципліна належить до циклу професійної підготовки і вивчається студентами в 4 семестрі навчання за спеціальністю 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка освітньої програми «Електротехнічні пристрої та електротехнологічні комплекси. Ця дисципліна сприяє формуванню у студентів понять про принципи будови та розрахунку характеристик під час проектування електричних апаратів. Зокрема,

здатність:

- поєднання знань про будову конкретних функціональних вузлів сучасних електричних апаратів з навичками розрахунку їхніх експлуатаційних характеристик;

- застосування в розрахунках методів випробування електричних апаратів та врахування цих методів при проектуванні електричних апаратів за індивідуальним завданням;

- застосовувати отримані знання та навички при вивченні спеціальних дисциплін та в подальшій практичній діяльності на виробництві;

- використання нормативних документів, що використовуються в електроапаратобудуванні та електроенергетиці, для визначення граничних характеристик електричних апаратів;

- читати та створювати відповідні функціональні схеми та креслення, використовувати результати випробувань та експериментальних досліджень для визначення характеристик електричних апаратів.

Після засвоєння навчальної дисципліни студенти мають продемонструвати такі результати навчання:

знання:

– базових понять про конструкцію, типи та електрофізичні процеси, що протікають в електричних апаратах;

– закономірностей електромагнітної взаємодії між елементами електричних апаратів;

– закономірностей теплових процесів в елементах електричних апаратів;

– закономірностей поєднання електромагнітної, теплової та механічної взаємодії між елементами електричних апаратів;

– класифікації типів електричних апаратів та їх виконання;

- методів проектування електричних апаратів;

уміння:

- розраховувати параметри термічної стійкості електричних апаратів;
- розраховувати параметри електродинамічної стійкості електричних апаратів;
- розраховувати параметри ізоляції електричних апаратів;
- виконувати проектування електричних апаратів.

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

Місце дисципліни в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою. Дисципліна «Курсова робота з електричних апаратів» є базовою дисципліною в структурі освітньої програми.

Дисципліна «Курсова робота з електричних апаратів» входить до циклу дисциплін професійної підготовки і безпосередньо пов'язана з іншими дисциплінами навчальних планів вказаного напрямку.

Вивчення дисципліни базується на знаннях, одержаних з курсів загальної фізики (розділи: електричне поле і його характеристики; магнітне поле і його характеристики), теоретичних основ електротехніки (розділи: лінії електричного кола постійного струму; лінії електричного кола однофазного синусоїдного струму; трифазні електричні кола; несинусоїдні періодичні та перехідні процеси в лінійних електричних колах; лінійні електричні кола з розподіленими параметрами; нелінійні електричні і магнітні кола), електротехнічних матеріалів (розділи: діелектрики; провідникові матеріали; магнітні матеріали; напівпровідникові матеріали), технічної механіки (розділи: статика твердого тіла; кінематика матеріальної точки і твердого тіла; динаміка матеріальної точки і твердого тіла; елементи теорії опору матеріалів; загальні відомості про деталі машин), основ метрології та електричних вимірювань (розділи: загальні відомості про метрологію та електричні вимірювання; похибки вимірювань; електровимірювальні прилади; масштабні перетворювачі струму і напруги; вимірювання параметрів електричних кіл).

Дисципліна «Курсова робота з електричних апаратів» є базою для дисциплін «Електрична частина станцій та підстанцій», «Основи електроенергетики», «Електропостачання промислових та муніципальних об'єктів» а також для переддипломної практики студента.

3. Зміст навчальної дисципліни

Графік виконання курсової роботи

Тиждень семестру	Назва етапу роботи	Навчальний час	
		Ауд.	СРС
1	<i>Одержання теми та завдання</i>	0	3
2	<i>Підбір та вивчення літератури</i>	0	3
3	<i>Виконання розділу 1</i>	0	3
4	<i>Виконання розділу 2</i>	0	3
5	<i>Виконання розділу 3</i>	0	3
6	<i>Виконання розділу 4</i>	0	3
7	<i>Виконання розділу 5</i>	0	4
8	<i>Подання курсової роботи на перевірку</i>	0	4
9	<i>Захист курсової роботи</i>	0	4

4. Навчальні матеріали та ресурси

4.1. Основна література

1. «Електричні апарати: Курсова робота» [Електронний ресурс]: навчальний посібник для студентів спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» освітньо-професійної програми «Електротехнічні пристрої та електротехнологічні комплекси» уклад.: Бржезицький В. О., Гаран Я. О. – Електронні текстові дані (1 файл: 2,56 Мбайт) – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 55 с.
2. В.О. Бржезицький, В. Ц. Зелінський, П. Д. Лежнюк, О. Є. Рубаненко Електричні апарати: підручник / [Бржезицький В. О., Зелінський В. Ц., Лежнюк П. Д., Рубаненко О. Є.]. – Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2019. – 602 с.
3. ДСТУ EN 61869-1:2017 «Трансформатори вимірювальні. Частина 1. Загальні вимоги». – Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2019. – 55 с.
4. ДСТУ EN 61869-2:2017 «Трансформатори вимірювальні. Частина 2. Додаткові вимоги до трансформаторів струму». – Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2019. – 57 с.
5. Абрамов, В. Б. Приймальні та експлуатаційні випробування електроустаткування: навч. посіб. / В. Б. Абрамов, В. О. Бржезицький, О. Р. Проценко. – К.: НТУУ «КПІ», 2015. – 218 с.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Перелік тем (варіантів вихідних даних)

В курсовій роботі необхідно виконати розрахунок високовольного трансформатора струму типу ТФУМ, призначеного для вимірювання змінного струму промислової частоти, у відповідності до [2], [3] та варіанту завдання.

Варіанти завдання на курсову роботу

№ Вар.	U_m , кВ	$I_{1н}$, А	Клас ізоляції	$I_{2н}$ А	Клас точності	Марка сталі	$Z_{2ном}$, Ом	$\cos \phi$	K_t
1	362	500/1000/2000	А	5	0,1	3411	1,7	0,84	30
2	300	250/500/1000	Б	1	0,2	3411	1,8	0,83	31
3	245	500/1000/2000	А	4	0,5	3411	1,9	0,82	32
4	170	250/500/1000	Б	2	1	3411	2,0	0,81	33
5	145	500/1000/2000	А	5	1	3411	2,1	0,8	34
6	123	250/500/1000	Б	1	0,5	3411	2,2	0,79	35
7	362	500/1000/2000	Б	4	0,2	3411	2,3	0,78	36
8	300	250/500/1000	А	2	0,1	3411	2,4	0,79	35
9	245	500/1000/2000	Б	5	0,1	3411	2,3	0,8	34
10	170	250/500/1000	А	1	0,2	3411	2,2	0,81	33
11	145	500/1000/2000	Б	4	0,5	3411	2,1	0,82	32
12	123	250/500/1000	А	2	1	3411	2,0	0,83	31
13	362	500/1000/2000	А	5	1	3411	1,9	0,84	30
14	300	250/500/1000	Б	1	0,5	3411	1,8	0,83	31
15	245	500/1000/2000	А	4	0,2	3411	1,7	0,82	32
16	170	250/500/1000	Б	2	0,1	3411	1,8	0,81	33
17	145	500/1000/2000	А	5	0,1	3411	1,9	0,8	34
18	123	250/500/1000	Б	1	0,2	3411	2,0	0,79	35
19	362	500/1000/2000	Б	4	0,5	3411	2,1	0,78	36
20	300	250/500/1000	А	2	1	3411	2,2	0,79	35

Вимоги до змісту та оформлення курсової роботи

Окремі структурні частини, які обов'язково мають бути представлені в роботі:

1. Завдання на роботу.
2. Вступ. Загальні принципи будови трансформаторів струму.
3. Аналіз завдання.
4. Проробка варіантів виконання трансформатора струму та вибір одного з них відповідно до умов завдання.
5. Виконання розрахунку перерізу провідників активної частини трансформатора струму.
6. Виконання розрахунку магнітної системи трансформатора струму.
7. Виконання розрахунку високовольтної конденсаторної ізоляції.
8. Виконання розрахунку електродинамічної стійкості елементів трансформатора струму.
9. Виконання розрахунку термічної стійкості елементів трансформатора струму.
10. Розробка ескізів перерізів розрахованих частин трансформатора струму (з визначенням необхідних габаритних розмірів).
11. Перелік використаної літератури.
12. Підсумок за результатами виконання роботи.

Усі матеріали роботи повинні бути оформлені у відповідності з вимогами нормативної документації.

6. Самостійна робота студента

№з/п	Вид самостійної роботи	Годин
1	Самостійне опрацювання літературних джерел з тематики дисципліни	6
2	Виконання розрахунків за індивідуальним варіантом завдання	16
3	Формування пояснювальної записки курсової роботи	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, практичних та лабораторних заняттях;
- правила поведінки на заняттях: студент має можливість отримувати бали за самостійну роботу, передбачену 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;
- **обов'язковою умовою допуску до заліку** є виконання всіх етапів курсового проектування, причому, виконання останніх двох етапів має бути своєчасним;
- 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 результатами участі у кафедральних, факультетських, інститутських та всеукраїнських науково-дослідних роботах з тематики дисципліни;
- політика дедлайнів та перескладань:
 - несвоєчасний виконання етапу курсового проектування (крім двох останніх) передбачає зменшення максимального балу, зазначеного у РСО за відповідний контрольний захід, до 75 %. Мінімальний бал не змінюється;

- перескладання виконаних етапів курсового проектування 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 кредитного модуля «Курсова робота з електричних апаратів». Курсові роботи (та їх окремі частини, у відповідності до етапів курсового проектування), які не відповідають вимогам діючого Положення про систему запобігання академічному плагіату в КПІ ім. Ігоря Сікорського, оцінюються в 0 балів. У такому разі курсова робота може бути перероблена та повторно надана на розгляд не пізніше, ніж за добу до початку заліку. Максимальний бал за оформлення пояснювальної записки буде знижено на 25%.
- 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 (PCO)

Поточний контроль: виконання етапів курсового проектування

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

Умови успішного проходження календарного контролю: не менше 50% балів за виконання навчального плану дисципліни на дату контролю, що передбачає виконання відповідної кількості етапів курсового проектування.

Семестровий контроль: КР, залік

Умови допуску до семестрового контролю: зарахування всіх етапів курсового проектування.

УВАГА! Студенти, що на момент консультації перед заліком не виконали всіх етапів курсового проектування, не допускаються до основної сесії та готуються до перескладання під час додаткової сесії

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

- своєчасність виконання графіку курсового проектування;
- якість виконання пояснювальної записки;
- якість виконання графічного матеріалу;
- якість захисту роботи роботи.

№, з/п	Контрольний захід	Макс. бал	Кількість	Всього
1	Своєчасність виконання етапів курсового проектування	4	9	36
2	Якість оформлення пояснювальної записки	12	1	12
3	Якість оформлення графічного матеріалу	12	1	12
4	Якість захисту роботи	40	1	40
РАЗОМ				100

Своєчасність виконання етапів курсового проектування

Ваговий бал – 4.

Максимальна кількість балів за всі етапи курсового проектування – 4 бали * 9 = 36 балів.

Мінімальна кількість балів за всі етапи курсового проектування – $4 \text{ бали} * 9 * 60\% = 22 \text{ бали}$.

Критерії оцінювання

- Своєчасне виконання кожного з етапів курсової роботи оцінюється у 4 бали.
- Затримка виконання етапу курсового проектування на тиждень (крім останніх двох) оцінюється у 3 бали.
- Затримка виконання етапу курсового проектування на два і більше тижнів (крім останніх двох) оцінюється у 2,5 бали.
- Несвоєчасне виконання останніх двох етапів курсової роботи – 0 балів.

Якість виконання пояснювальної записки

Ваговий бал – 12.

Максимальний бал за якість виконання пояснювальної записки – 12 балів.

Мінімальний бал за якість виконання пояснювальної записки – $12 * 60\% = 7,2 \text{ балів}$.

Критерії оцінювання

- повністю виконані всі розділи пояснювальної записки, виконані всі необхідні розрахунки, представлена вся необхідна теоретична частина обґрунтування розрахунків у обсязі не менш, ніж 90% потрібної інформації – 11...12 балів.
- пояснювальна записка виконана з певними недоліками, або розрахунки містять незначні неточності, або теоретичне обґрунтування розрахунків містить не менш ніж 75% потрібної інформації – 9...10 балів.
- пояснювальна записка містить недоліки, які не спотворюють її суть, розрахунки спрощені, або теоретичне обґрунтування розрахунків містять не менш ніж 60% потрібної інформації – 7...8 балів.
- пояснювальна записка не виконана, або виконана невчасно, або з суттєвими недоліками, або розрахунки не відповідають завданню, або відсутнє чи недостатнє теоретичне обґрунтування розрахунків – 0 балів.

Якість виконання графічного матеріалу

Ваговий бал – 12.

Максимальний бал за якість виконання графічного матеріалу – 12 балів.

Мінімальний бал за якість виконання графічного матеріалу – $12 * 60\% = 7,2 \text{ балів}$.

Критерії оцінювання

- якісне виконання графічного матеріалу у повній відповідності до діючих стандартів та розрахунків, виконаних згідно індивідуального завдання – 11...12 балів.
- при виконанні графічного матеріалу допущені несуттєві недоліки стосовно оформлення або відповідності індивідуальному завданню – 9...10 балів.
- при виконанні графічного матеріалу були допущені недоліки, які несуттєво впливають на відображення результату теоретичних розрахунків, згідно індивідуального завдання та діючих стандартів – 7...8 балів.
- графічний матеріал не виконаний, або виконаний невчасно, або відсутня частина необхідного графічного матеріалу, згідно індивідуального завдання, або виконаний графічний матеріал не відповідає розрахунковій частині пояснювальної записки – 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 – КР, залік

На заліку студенти виконують захист курсової роботи перед комісією викладачів.

Якість захисту курсової роботи

Ваговий бал – 40.

Максимальний бал за якість захисту курсової роботи – 40 балів.

Мінімальний бал за якість захисту курсової роботи – $40 * 60\% = 24$ балів.

Критерії оцінювання

- повна ґрунтовна доповідь про виконану курсову роботу, доведення вірності виконаних розрахунків, вільне орієнтування у виконаному графічному матеріалі, повні та вірні відповіді на задані запитання (містять не менш ніж 90% необхідної інформації) – 38...40 балів.
- доповідь про виконану курсову роботу містить несуттєві недоліки, або наявні несуттєві відмінності між результатами проведених розрахунків та графічною частиною роботи, достатньо повні відповіді на поставлені запитання (містять не менш ніж 75% необхідної інформації) – 30...37 балів.
- при доповіді про виконану курсову роботу допущені незначні неточності в обґрунтуванні теоретичних розрахунків або їх зв'язку з графічною частиною роботи, відповіді на поставлені запитання неповні, містять незначні помилки (містять не менш ніж 60% необхідної інформації) – 24...29 балів.
- пояснювальна записка або графічний матеріал не представлені до захисту, або під час доповіді про виконану курсову роботу допущені суттєві похибки, або наявні суттєві розбіжності між теоретичними розрахунками та графічною частиною проекту, або відповіді на поставлені запитання містять суттєві похибки чи недостатньо повні (містять менш ніж 60% необхідної інформації) – 0 балів.

Остаточний рейтинг студента складає сума балів отриманих за виконання всіх завдань, передбачених РСО, та за якість захисту курсової роботи на заліку.

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

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено: старший викладач кафедри теоретичної електротехніки, к.т.н, Гаран Ярослав Олександрович

Ухвалено кафедрою теоретичної електротехніки (протокол № 10 від 24.05.20232 р.)

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