Національний технічний університет України «КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»	Кафедра теоретичної електротехніки

КУРСОВА РОБОТА З ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЧНИХ УСТАНОВОК ТА СИСТЕМ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	***Перший (бакалаврський)***
Галузь знань	*14 «Електрична інженерія»*
Спеціальність	*141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»*
Освітня програма	*Електротехнічні пристрої та електротехнологічні комплекси*
Статус дисципліни	*Нормативна*
Форма навчання	*Очна (денна)*
Рік підготовки, семестр	*2 курс, осінній семестр;*
Обсяг дисципліни	*Всього 1 кредит ECTS / 30 годин;* *самостійна робота – 30 годин*
Семестровий контроль/ контрольні заходи	*КР, залік*
Розклад занять	*Консультація викладача*
Мова викладання	*Українська*
Інформація про керівника курсу / викладачів	Захист КР: *к.т.н., Гаран Ярослав Олександрович, y.garan@kpi.ua*
Розміщення курсу	*https://classroom.google.com/c/MTU5MjEwOTk3ODg1?cjc=ypjsfts*

Програма навчальної дисципліни

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

Програму навчальної дисципліни «Курсова робота з електротехнологічних установок та систем» 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 проєктування вузлів електротехнологічного устаткування.

Компетентності:

К12. Здатність вирішувати практичні задачі із залученням методів математики, фізики та електротехніки.

К19. Усвідомлення необхідності підвищення ефективності електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного устаткування.

К24. Здатність вирішувати задачі задоволення потреб виробництва в електроенергії різних видів та параметрів, а також для ефективного керування її розподіленням та підвищенням енергоефективності за допомогою пристроїв силової електроніки та перетворювальної техніки.

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:

ПР05. Знати основи теорії електромагнітного поля, методи розрахунку електричних кіл та уміти використовувати їх для вирішення практичних проблем у професійній діяльності.

ПР07. Здійснювати аналіз процесів в електроенергетичному, електротехнічному та електромеханічному обладнанні, відповідних комплексах і системах.

ПР09. Уміти оцінювати енергоефективність та надійність роботи електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних систем.

ПР24. Знати і розуміти принципи роботи силової перетворювальної техніки для динамічного та статичного трансформування електричної енергії в електротехнологічних установках.

Дисципліна «Курсова робота з електротехнологічних установок та систем» є окремою дисципліною, в якій вивчаються принципи будови та розрахунку характеристик електронно-променевої технологічної установки. Дисципліна належить до циклу професійної підготовки і вивчається студентами в 3 семестрі навчання за спеціальністю 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка освітньої програми «Електротехнічні пристрої та електротехнологічні комплекси. Ця дисципліна сприяє формування у студентів базових понять, вмінь та навичок стосовно розрахунків характеристик електротехнологічних установок та систем. Зокрема,

Здатність:

- поєднання знань про будову конкретних функціональних вузлів сучасних електротехнологічних установок з розрахунками їхніх експлуатаційних характеристик та граничних режимів роботи;

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

- користуватися базами числових результатів експериментальних досліджень, що одержані при виготовленні, випробуваннях та експлуатації електротехнологічних установок, для визначення їх граничних режимів роботи, вміння читати та створювати відповідні графічні залежності, функціональні схеми та креслення.

Після засвоєння навчальної дисципліни студенти мають продемонструвати такі результати навчання:

знання:

- *базових понять про електрофізичні процеси, що мають місце при дії електрофізичних впливів на речовини і матеріали;*
- *головних законів та закономірностей, які характеризують фізичні явища під час дії електрофізичних впливів на матеріали;*
- *особливостей та головних напрямків використання електрофізичних процесів для розвитку електротехнологій;*
- *методів розрахунку високовольтної частини та схем живлення електротехнологічних установок;*

уміння:

- *проводити розрахунки характеристик дії електрофізичних впливів на речовину;*
- *розраховувати параметри процесів дії електрофізичних впливів на матеріали;*
- *вибирати характеристики електрофізичних технологічних процесів та режими установок для реалізації головних видів електрофізичних технологій;*
- *аналізувати роботу вузлів високовольтних технологічних установок на базі використання дії електрофізичних впливів на речовину;*
- *аналізувати існуючі можливості, обмеження та невирішеності проблем електрофізичних технологій.*

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 електротехнологічних установок та систем» є базовою дисципліною в структурі освітньої програми.

Дисципліна «Курсова робота з електротехнологічних установок та систем» входить до циклу дисциплін базової підготовки і безпосередньо пов'язана з іншими дисциплінами навчальних планів вказаного напряму.

Вивчення дисципліни ґрунтується на знаннях, отриманих студентами при вивченні дисциплін: «Вища математика», «Обчислювальна техніка та програмування», «Загальна фізика».

Дисципліна «Курсова робота з електротехнологічних установок та систем» є базою для дисциплін «Комп'ютерні засоби автоматизації електротехнологічних установок», нормативної дисципліни з енергоефективності процесів в електротехнологічних комплексах та виконання дипломного проєктування.

3. Зміст навчальної дисципліни

Графік виконання курсової роботи

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

4. Навчальні матеріали та ресурси

4.1. Основна література

1. *Отроверхов М. Я. Методи дослідження електротехнічних систем і комплексів: монографія / М. Я. Островерхов, А. М. Сільвестров, К. Х. Зеленський. - Київ : ТАЛКОМ, 2019. – 300 с.*

2. *Електротехнологічні установки та системи: Курс лекцій [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», освітньої програми «Електротехнічні пристрої та електротехнологічні комплекси» / КПІ імені Ігоря Сікорського; уклад.: В.О. Бржезицький, Я.О. Гаран, М.Ю. Лапоша, Є.О. Троценко. – Електронні текстові дані (1 файл: 4,07 Мбайт). – Київ : КПІ імені Ігоря Сікорського, 2020. – 133 с.*

3. *Електротехнологічні установки та системи: Практикум [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», освітньої програми «Електротехнічні пристрої та електротехнологічні комплекси» / КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: В. О. Бржезицький, Я. О. Гаран, Є. О. Троценко. – Електронні текстові дані (1 файл: 0,8 МБайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 41 с.*

4. *Електротехнологічні установки та системи: Курсова робота [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», освітньої програми «Електротехнічні пристрої та електротехнологічні комплекси» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: В. О. Бржезицький, Я. О. Гаран, Є. О. Троценко, В. О. Шостак. – Електронні текстові дані (1 файл: 0,48 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 50 с.*

4.2. Додаткова література

5. *Техніка та електрофізика високих напруг. Лабораторний практикум [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», освітньо-професійних програм «Електричні станції», «Електричні системи і мережі», «Управління, захист та автоматизація енергосистем», «Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії», «Електричні машини і апарати», «Електротехнічні пристрої та електротехнологічні комплекси» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: В. О. Шостак , О. Р. Проценко, В. Б. Абрамов, Я. О. Гаран. – Електронні текстові дані (1 файл: 5,93 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 125 с.*

6. *Грудська, В. П. Електротехнічні пристрої систем автоматичного управління технологічними процесами [Електронний ресурс] : навчальний посібник для студентів галузі знань 15 – «Автоматизація та приладобудування» спеціальності 151 – «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» / В. П. Грудська, В. І. Чибеліс ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 3,02 Мбайт). – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 107 с.*

7. *Системи автоматичного керування технологічними комплексами [Електронний ресурс] : навчальний посібник для здобувачів ступеня бакалавра за освітньою програмою «Електротехнічні пристрої та електротехнологічні комплекси» спеціальності 141 - «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» / Сільвестров А. М., Островерхов М. Я., Шефер О. В., Ладік Н. А., Зіменков Д. К. ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 6,11 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 460 с.*

8. *Промислова екологія. Курс лекцій [Електронний ресурс] : навч. посіб. для здобувачів ступеня бакалавра за освітніми програмами «Управління, захист та автоматизація енергосистем», «Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії», «Електричні станції», «Електричні системи і мережі», «Електротехнічні пристрої та електротехнологічні комплекси», «Електричні машини і апарати», «Електромеханічні системи автоматизації, електропривод та електромобільність» спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: Є. О. Троценко, Ю. В. Перетятко. – Електронні текстові дані (1 файл: 2,25 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 86 с.*

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Перелік тем (варіантів вихідних даних)

В курсовій роботі необхідно виконати розрахунок параметрів енергетичного комплексу електронно-променевої технологічної установки та високовольтних ізолюючих елементів відповідно до мети і завдань, викладених у [5].

До складу роботи входить:

1. Виконання розрахунків згідно умов завдання за своїм варіантом.

2. Приготування пояснювальної записки (ПЗ) з коротким описом завдання, методики розрахунків, з детальними розрахунками, підсумком (близько 20-30 сторінок).

3. Приготування рисунків спроєктованих схем, вузлів та елементів (близько шести листів формату А4).

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

1. Визначення первеансу та інтенсивності електронного променю.

2. Розрахунок конструкції катоду, його струму емісії, режиму розжарювання та інших характеристик згідно умов індивідуального варіанту.

3. Вибір схеми та розрахунок високовольтного джерела живлення випрямленої високої напруги на чотирьох каскадах для електронно-променевої гармати на 50…70 кВ. Розрахунок товщини ізоляції з епоксидного компаунду для трансформаторів; ємнісного фільтру; коефіцієнту пульсацій.

4. Розрахунок кіл роздільних трансформаторів з високовольтною ізоляцією на 50...70 кВ, включаючи: врахування втрат напруги у високовольтному кабелі підведення струму розжарення катоду, розрахунок магнітопроводу, розрахунок реактивного опору каскаду роздільних трансформаторів та втрати напруги на ньому.

5. Підсумок за результатами виконання роботи.

Основні вхідні дані для розрахунків за варіантами курсової роботи наведено у таблиці, інші необхідні параметри і матеріали вибрати відповідно до наведених прикладів, згідно [5].

Основні дані для варіантів завдань

Варіант	Струм електронного пучка $I_п$, мА	Довжина катоду $L_к$, см	Прискорювальна напруга U, кВ
1	7	0,8	50
2	8	0,8	60
3	9	0,8	70
4	10	0,8	50
5	11	0,8	60
6	12	0,8	70
7	13	0,8	50
8	7	1,0	60
9	8	1,0	70
10	9	1,0	50
11	10	1,0	60
12	11	1,0	70
13	12	1,0	50
14	13	1,0	60
15	7	1,2	70
16	6	1,2	50
17	8	1,2	60
18	9	1,2	70
19	10	1,2	50
20	11	1,2	60
21	6	1,4	70
22	8	1,4	50
23	9	1,4	60
24	10	1,4	70
25	11	1,4	50
26	6	1,1	60
27	8	1,1	70
28	11	1,1	50
29	13	0,7	60
30	15	0,7	70

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 електронно-променевої технологічної установки.*
3. *Аналіз завдання.*
4. *Виконання розрахунку первеансу електронної гармати.*
5. *Виконання розрахунку струму емісії та режиму розжарення катоду.*
6. *Виконання розрахунку системи фокусування та відхилення.*
7. *Виконання розрахунку високовольтного джерела живлення.*
8. *Виконання розрахунку розділових трансформаторів.*
9. *Виконання розрахунку реактивного опору розсіяння каскаду трансформаторів.*
10. *Розробка ескізів вузлів електронно-променевої технологічної установки (з визначенням необхідних габаритних розмірів).*
11. *Перелік використаної літератури.*
12. *Висновок 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	Самостійна робота, годин
1	*Одержання теми та завдання*	4
2	*Підбір та вивчення літератури*	4
3	*Виконання розділу 1*	4
4	*Виконання розділу 2*	4
5	*Виконання розділу 3*	4
6	*Виконання розділу 4*	4
7	*Виконання розділу 5*	4
8	*Підготовка курсової роботи на перевірку*	4
9	*Підготовка до захисту курсової роботи*	4

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 консультації, в тому числі нараховувати заохочувальні або штрафні бали. Відповідно до РСО даної дисципліни бали нараховують за відповідні види самостійної роботи;
- правила поведінки на заняттях: студент має можливість отримувати бали за відповідні види самостійної роботи, передбачених 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;
- 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:

- У разі несвоєчасного подання на перевірку результатів самостійного виконання етапів курсового проектування, максимальний бал за відповідні етапи буде становити 75% від максимального;
- перескладання КР 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 електротехнологічних установок та систем». Оформлення етапів курсової роботи, яке не відповідає вимогам діючого Положення про систему запобігання академічному плагіату в КПІ ім. Ігоря Сікорського, оцінюються в 0 балів. У такому разі відповідний етап КР може бути перероблений. Максимальний бал в такому випадку 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 (РСО)

Поточний контроль: етапи курсового проєктування

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 етапів курсового проектування.

Семестровий контроль: КР, залік

Умови допуску до семестрового контролю: виконання всіх етапів курсового проєктування та своєчасність виконання останніх двох етапів курсового проєктування.

Загальна стартова рейтингова оцінка студента після завершення семестру складається з балів, отриманих за:
- своєчасність виконання графіку курсового проєктування;
- якість виконання пояснювальної записки;
- якість виконання графічного матеріалу;
- якість захисту курсової роботи.

Своєчасність виконання	Якість ПЗ	Якість ГМ	Якість захисту
36	12	12	40

Своєчасність виконання етапів курсового проєктування

Ваговий бал – 4.

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

Мінімальна кількість балів за всі етапи курсового проєктування – 4 бали * 9 * 60% = 22 бали.

Критерії оцінювання

- Своєчасне виконання кожного з етапів курсової роботи оцінюється у 4 бали.
- Затримка виконання етапу курсового проєктування на тиждень (крім останніх двох) оцінюється у 3 бали.
- Затримка виконання етапу курсового проєктування 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 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 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 проєкту, 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.)