



# ПРОЄКТУВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ СТАНЦІЙ. КУРСОВИЙ ПРОЄКТ

## Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

### • Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Другий (магістерський)</i>
Галузь знань	<i>14 «Електрична інженерія»</i>
Спеціальність	<i>141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»</i>
Освітня програма	<i>ЕЛЕКТРИЧНІ СТАНЦІЇ</i>
Статус дисципліни	<i>Нормативна</i>
Форма навчання	<i>Очна(денна)/дистанційна/змішана</i>
Рік підготовки, семестр	<i>1 курс, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>45 годин / 1,5 кредити ECTS</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік/Захист курсового проєкту</i>
Розклад занять	<i>Консультація – 1 раз на 2 тижні</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>к.т.н., ст.викл. Болотний Микола Петрович, nickolai.bolotnyi@ill.kpi.ua</i>
Розміщення курсу	<i><a href="https://classroom.google.com/c/MjYxMDUyMDY4NTA1?cjc=myjj6o5">https://classroom.google.com/c/MjYxMDUyMDY4NTA1?cjc=myjj6o5</a></i>

### • Програма навчальної дисципліни

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

Метою виконання курсового проєкту є закріплення теоретичних знань, отриманих при вивченні дисципліни «Проекткування електричних станцій», і здобуття вмінь та навичок вибору головної схеми станції на підставі технічно-економічного порівняння варіантів схем, вибору основного електротехнічного обладнання станції, розрахунку струмів короткого замикання (КЗ), вибору комутаційного обладнання, вимірювальних трансформаторів, вибору вторинних пристроїв тощо.

Дисципліна забезпечує наступні програмні компетентності освітньої програми:

ЗК02. Здатність до використання інформаційних і комунікаційних технологій.

ЗК05. Здатність приймати обґрунтовані рішення.

ЗК09. Здатність виявляти зворотні зв'язки та корегувати свої дії з їх врахуванням.

ФК2. Здатність застосовувати існуючі та розробляти нові методи, методики, технології та процедури для вирішення інженерних завдань електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

ФК5. Здатність здійснювати аналіз техніко-економічних показників та експертизу проєктно-конструкторських рішень в області електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

ФК12. Здатність розробляти плани і проекти для забезпечення досягнення поставленої певної мети з урахуванням всіх аспектів проблеми, що вирішується, включаючи виробництво, експлуатацію, технічне обслуговування та утилізацію обладнання електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних комплексів.

ФК13. Здатність демонструвати обізнаність та вміння використовувати нормативно-правові акти, норми, правила й стандарти в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці.

ФК18. Здатність розв'язувати задачі з проектування електричних станцій з використанням систем автоматизованого проектування.

### **Програмні результати навчання:**

ПРН01. Знаходити варіанти підвищення енергоефективності та надійності електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного обладнання й відповідних комплексів і систем.

ПРН06. Реконструювати існуючі електричні мережі, станції та підстанції, електротехнічні і електромеханічні комплекси та системи з метою підвищення їх надійності, ефективності експлуатації та продовження ресурсу.

ПРН17. Демонструвати розуміння нормативно-правових актів, норм, правил та стандартів в області електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

ПРН21. Виконувати автоматизоване проектування електричної частини теплових, атомних, гідравлічних та інших типів електростанцій на основі сучасних CAD/CAM/CAE систем та передового досвіду в галузі електроенергетики.

ПРН24. Визначати ефективні виробничо-технологічні режими роботи електрообладнання електричних станцій різних типів.

ПРН25. Розробляти заходи та виконувати експертизу проектних рішень, що спрямовані на забезпечення допустимих параметрів електроенергетичного режиму електричних станцій.

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

Виконання курсового проекту базується на знаннях, отриманих студентами під час вивчення дисципліни "Проектування електричних станцій".

## **3. Зміст навчальної дисципліни**

Курсовий проект складається з розрахункової та графічної частин.

При виконанні проекту вирішуються такі основні задачі розрахункової частини, з якої складається пояснювальна записка проекту:

- вибір основного електрообладнання (генераторів, трансформаторів (блочних, зв'язку та власних потреб);
- вибір головної схеми електростанції на підставі техніко-економічного порівняння варіантів;
- розрахунок струмів к.з в заданій точці;
- вибір струмообмежувального реактора, який живить розрахункове приєднання;
- вибір комутаційного обладнання (вимикача, роз'єднувача) на розрахунковому та на генераторному приєднаннях;
- вибір вимірювальних трансформаторів (трансформатора напруги на секції, до якої приєднано розрахункове приєднання, і трансформатора струму, який встановлюється на розрахунковому приєднанні);
- вибір кабеля для розрахункового приєднання;

- вибір схеми відкритої розподільчої пристрою (ВРП) електричної станції;

Графічна частина складається з двох креслярських листів формату А1:

- 1) однолінійна головна схема електричних з'єднань станції;
- 2) план одного з ВРП станції з розрізом по вимикачу ( лінії, блока, шиноз'єднувальному, обхідному).

#### 4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література:

1. *Проектування електричних станцій. Вимоги до курсового проекту [Електронний ресурс] : навч. посіб. для здобувачів ступеня магістр спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», за освітньою програмою «Електричні станції» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: О. В. Остапчук, О. Л. Бондаренко, М. П. Болотний. – Електронні текстові дані (1 файл: 1.98 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. – 153 с. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/57395>*

2. *Електрична частина станцій та підстанцій: виконання та оформлення курсового проекту [Електронний ресурс]: навчальний посібник для студентів всіх форм навчання спеціальності 141 - Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка за освітньою програмою «Електричні станції», П.Л. Денисюк, Ю.П. Матеєнко, Р.В. Вожаков, Є.І. Бардик. Національний технічний університет України «КПІ ім. Ігоря Сікорського», 2021 р., 70 с.*

3. *Електрична частина станцій та підстанцій: виконання курсового проекту: навч. пос. [Електронний ресурс]. П.Л. Денисюк, Ю.В. Безбереж'єв, Ю.П. Матеєнко, Є.І.Бардик, Національний технічний університет України «КПІ ім. Ігоря Сікорського», 2019 р. -72 с.*

4. *СОУ-Н ЕЕ 40.1-00100227-101:2014 «Норми технологічного проектування електроенергетичних систем і електричних мереж 35 кВ і вище» .*

5. *Правила улаштування електроустановок. - Міненерговугілля України. - 2017. - 617 с.*

6. *Дистанційний курс “Проектування електричних станцій. Курсовий проект” <https://classroom.google.com/c/MjYxMDUyMDY4NTA1?cjc=myjj6o5>*

Додаткова література:

1. *Основи проектування та експлуатації електричної частини електричних станцій: Навч.-метод. посіб. /Уклад.: М. В. Костерев, Є. І. Бардик, Ю. В. Безбереж'єв та ін. – К.: ІВЦ “Видавництво «Політехніка»”, 2003. – 120 с.*

2. *Електрична частина електростанцій та підстанцій. Синхронні генератори [Текст]: навч. посіб./ Є.І. Бардик, М.П. Лукаш.. – К.: НТУУ «КПІ», 2008. – 88с.*

3. *Електрична частина електростанцій та підстанцій. Силкові трансформатори: навч. посіб./ Є.І. Бардик, М.П. Лукаш.. – К.: НТУУ «КПІ», 2010. – 84с.*

4. *Електрична частина електростанцій та підстанцій. Основне електрообладнання [Текст]: навч. посіб./ Є. І. Бардик, М. П. Лукаш.. – К.: НТУУ «КПІ», 2011. – 220 с.*

5. *Каталоги електротехнічного обладнання*

#### ● Навчальний контент

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

Навчальні заняття по дисципліні проводяться у вигляді консультацій, на яких, в тому числі, проводиться контроль виконання студентами календарного плану роботи над проектом.

Консультація 1. Видача завдань, узгодження календарного плану роботи над проектом. Висвітлення особливостей вибору основного електрообладнання.

Консультація 2. Відповіді на питання, які виникли при виборі основного електрообладнання. Висвітлення особливостей вибору головної схеми електричної станції.

Консультація 3. Відповіді на питання, які виникли при виборі головної схеми електричної станції. Висвітлення особливостей розрахунку струмів к.з.

Консультація 4. Відповіді на питання, які виникли при розрахунку струмів к.з. Висвітлення особливостей вибору струмообмежувального реактора.

Консультація 5. Відповіді на питання, які виникли при виборі струмообмежувального реактора. Висвітлення особливостей вибору комутаційного обладнання.

Консультація 6. Відповіді на питання, які виникли при виборі комутаційного обладнання. Висвітлення особливостей вибору вимірювальних трансформаторів.

Консультація 7. Відповіді на питання, які виникли при виборі вимірювальних трансформаторів. Висвітлення особливостей вибору кабеля.

Консультація 8. Відповіді на питання, які виникли при виборі кабеля. Висвітлення особливостей вибору схем відкритих розподільчих установок.

Консультація 9. Відповіді на питання, які виникли при виборі схем відкритих розподільчих установок. Висвітлення особливостей графічної частини курсового проекту. Узгодження процедури проведення захисту.

## 6. Самостійна робота студента

№з/п	Вид самостійної роботи	Орієнтовна кількість годин СРС
1	Підбір та вивчення літератури	4
2	Вибір основного електрообладнання	2
3	Вибір головної схеми електричної станції	4
4	Розрахунок струмів КЗ	4
5	Вибір струмообмежувального реактора	2
6	Вибір комутаційного обладнання	3
7	Вибір вимірювальних трансформаторів	2
8	Вибір кабельних ліній для розрахункового приєднання	2
9	Вибір схеми ВРП електричної станції	2
10	Оформлення пояснювальної записки	8
11	Підготовка графічної частини курсового проекту	8
12	Підготовка до захисту	4
	Всього	45

## ● Політика та контроль

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

Зазначається система вимог, які викладач ставить перед студентом:

- відвідування консультацій не є обов'язковим, але студент зобов'язаний впродовж семестру надавати викладачу результати своєї роботи для підтвердження виконання ним календарного плану роботи над проектом, що є підставою для результатів календарного контролю;
- під час консультацій дозволяється використання засобів зв'язку для пошуку інформації на гугл-диску викладача чи в інтернеті тощо;

- *заохочувальні та штрафні бали не застосовуються;*
- *політика дедлайнів та перескладань: для отримання допуску до захисту курсового проєкту студент має представити оформлену належним чином пояснювальну записку та графічну частину курсового проєкту не пізніше, ніж за тиждень до дати проведення захисту. При отриманні на захисті негативної оцінки перескладання неможливе, – в такому разі студенту видають нове завдання і приймають готовий проєкт не раніше ніж через 10 тижнів після отримання нового завдання.*
- *Пропущені контрольні заходи оцінювання . Контрольні заходи оцінювання, виконання яких передбачено на занятті, проводяться у завчасно визначений день, який озвучується студентам на першому тижні освітнього процесу. Виконання таких контрольних заходів оцінювання в інший день дозволяється за вагомих та/або форс-мажорних обставин.*
- *Процедура оскарження результатів контрольних заходів оцінювання . Після отримання коментарів від викладача з аргументацією щодо оцінки, студент(-ка) має право в індивідуальному порядку задати всі питання, які його/її цікавлять стосовно результатів контрольних заходів оцінювання. Якщо студент(-ка) категорично не погоджується з оцінкою, він/вона мають також навести аргументи щодо своєї позиції та звернутися до завідувача кафедри для подальшого вирішення питання.*
- *Академічна доброчесність. У разі використання контенту, захищеного авторським правом, результатів аналітичних досліджень та/або іншої інформації, студенти мають обов'язково вказувати джерело.*
- *політика щодо академічної доброчесності базується на Кодексі 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;*
- *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)**

*Вказуються всі види контролю та бали за кожен елемент контролю, наприклад:*

*Поточний контроль не проводиться.*

**Календарний контроль:** *проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання календарного плану роботи над проєктом.*

**Семестровий контроль:** *залік/захист курсового проєкту*

*Умови допуску до семестрового контролю: своєчасне надання оформленої пояснювальної записки та графічної частини; виконання всіх розділів курсового проєкту; стартовий рейтинг не менше 24 балів.*

*Рейтингова оцінка з курсового проєкту має дві складові. Перша (стартова) характеризує роботу студента з виконання курсового проєкту та її результат – якість пояснювальної записки та графічного матеріалу в ній. Друга складова характеризує якість захисту студентом курсового проєкту.*

*Розмір шкали стартової складової дорівнює 40 балів (пояснювальна записка+графічний матеріал), а складової захисту –60 балів.*

### 1. Стартова складова:

- своєчасність виконання графіка роботи з курсового проектування – 5-3 бали;
- сучасність та обґрунтування прийнятих рішень – 12-7 балів;
- правильність застосування методів аналізу і розрахунку – 10-6 балів;
- якість оформлення, виконання вимог нормативних документів – 6-4 бали;
- якість графічного матеріалу і дотримання вимог стандартів (у відповідності до національного стандарту України ДСТУ 3008:2015) – 7-4 бали.

### 2. Складова захисту курсового проекту:

- якість доповіді – 10-6 балів;
- ступінь володіння матеріалом – 25-15 балів;
- ступінь обґрунтування прийнятих рішень – 25-15 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

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

- На захисті курсового проекту ступінь володіння матеріалом оцінюється за такими вимогами: Змогти внятно пояснити порядок виконання КП, які розрахунки були виконано в тому чи іншому розділі, які умови вибору того чи іншого електрообладнання. Розбиратись в схемі (розрізі) ВРУ та головній схемі електричних з'єднань спроектованої електричної станції. Змогти показати де яке обладнання. Знати що означають букви і цифри в «маркуванні» типу електрообладнання. Вміти пояснити призначення електрообладнання та елементів схеми, які використовуються на електростанціях.
- На захисті курсового проекту ступінь обґрунтування прийнятих рішень оцінюється за такими вимогами: Обґрунтовано пояснити зміст тієї чи іншої перевірки електрообладнання та вимоги, що висуваються при його виборі (в тому числі при виборі схем РУ та ВП). Знати особливості роботи, переваги та недоліки схемних рішень, вибраних в курсовому проекті (видача потужності на місцеве навантаження, ВП і в енергосистемі)
- інша інформація для студентів щодо особливостей опанування навчальної дисципліни.

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

**Складено** ст.викладачем кафедри відновлюваних джерел енергії ФЕА, к.т.н. Болотним М.П.

**Ухвалено** кафедрою відновлюваних джерел енергії ФЕА (протокол № 9 від 18.05.2023 р.)

**Погоджено** Методичною комісією факультету<sup>1</sup> (протокол № 10 від 22.06.2023 р.)

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

*Перелік тем, які виносяться на семестровий контроль*

1. *Загальні відомості про електроенергетичну систему*
2. *Показники якості електричної енергії*
3. *Графіки електричних навантажень*
4. *Оперативне забезпечення балансу генерації і споживання електроенергії у ЕЕС*
5. *Загальна характеристика електричної частини електричної станції*
6. *Синхронні генератори. Загальні відомості*
7. *Системи охолодження синхронних генераторів*
8. *Системи збудження синхронних генераторів*
9. *Паралельна робота генераторів*
10. *Силові трансформатори та автотрансформатори. Загальні відомості*
11. *Паралельна робота і групи з'єднань трансформаторів*
12. *Охолодження трансформаторів*
13. *Автотрансформатори*
14. *Процеси вимикання електричних кіл змінного струму*
15. *Вольт-амперна характеристика дуги*
16. *Вимикачі змінного струму високої напруги*
17. *Роз'єднувачі, віддільники й короткозамикачі*
18. *Вимикачі навантаження*
19. *Апарати напругою до 1000 В*
20. *Струмообмежуючі реактори*
21. *Вимірювальні апарати*
22. *Провідники і ізолятори*
23. *Короткі замикання в електроустановках. Загальні відомості*
24. *Трифазне КЗ у колі з джерелом обмеженої та необмеженої потужності*
25. *Розрахунок струму короткого замикання.*
26. *Призначення та порядок виконання розрахунків*
27. *Розрахункова та заступна схеми*
28. *Приведення опорів елементів схеми до базисних умов*
29. *Перетворення заступної схеми до найпростішого вигляду*
30. *Визначення початкового значення періодичної складової СКЗ*
31. *Розрахунок періодичної складової СКЗ в довільний момент часу*
32. *Метод типових кривих*
33. *Розрахунок аперіодичної складової та ударного струму КЗ*
34. *Особливості розрахунку струмів короткого замикання в системі власних потреб електричної станції*
35. *Термічна та електродинамічна дія СКЗ*
36. *Методи обмеження СКЗ*
37. *Електричні схеми станцій та підстанцій. Основні визначення*
38. *Структурні схеми видачі електроенергії*
39. *Елементи головних схем*
40. *Блочні схеми підключення генераторів*
41. *Електричні схеми розподільчих установок. Схеми РУ ГН (6-10кВ)*
42. *Схеми розподільчих установок на підвищеній напрузі.*
43. *Схеми з обхідною СШ*
44. *Кільцеві схеми. Схеми багатокутників*
45. *Схеми містків*
46. *Схема «3/2» (полуторна) та «4/3»*
47. *Вибір трансформаторів в схемах електричних станцій*
48. *Головні схеми підстанцій*
49. *Власні потреби електростанцій*
50. *Джерела живлення ВП*

51. *Особливості організації системи власних потреб на ГЕС та АЕС*
52. *Самозапуск асинхронних двигунів*
53. *Установки постійного струму (УПТ)*
54. *Установки змінного та випрямленого струму*
55. *Режими роботи нейтралі в електроустановках*
56. *Дистанційне керування вимикачами*
57. *Дистанційне керування повітряними вимикачами*
58. *Система сигналізації на щиті керування (ЩК)*