



ЕКСПЛУАТАЦІЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ СИСТЕМ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Другий (магістерський) рівень вищої освіти</i>
Галузь знань	<i>14 «Електрична інженерія»</i>
Спеціальність	<i>141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»</i>
Освітня програма	<i>ЕЛЕКТРИЧНІ СИСТЕМИ І МЕРЕЖІ (POWER SYSTEMS AND NETWORKS)</i>
Статус дисципліни	<i>Нормативна, ПО5</i>
Форма навчання	<i>заочна</i>
Рік підготовки, семестр	<i>I курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>150 годин / 5 кредити ECTS (лекції – 10 год., практичні – 4 год., СРС – 136 год.)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Екзамен / МКР</i>
Розклад занять	<i>http://rozklad.kpi.ua</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: докт. тех. наук., ст. наук. співр. Халіков Володимир Акнафович, контактний телефон: 0679164631, електронна пошта: xvavlad@ukr.net.</i>
Розміщення курсу	<i>https://classroom.google.com/c/MjY4ODc1NjA0NjYw?cjc=sep4yuq</i>

Програма навчальної дисципліни

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

Програма навчальної дисципліни «Експлуатація електричних систем» складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки магістрів з галузі знань 14 «Електрична інженерія» за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка».

Метою навчальної дисципліни є формування системи характеристик, які відображають основні компетентності випускника, зазначені у відповідній ОКХ. Інженер–електрик, що спеціалізується в галузі передачі та розподілу електричної енергії, повинен мати навички діяльності на об'єктах енергосистем насичених інформаційно-комунікаційними системами, що виконують керуючі та діагностичні завдання в частині забезпечення функціонування, профілактики та ремонту станцій, підстанцій, розподільчих пристроїв, мереж. Під час вивчення курсу студент повинен отримати стійкі знання про роль і функції спеціаліста в області безпечної експлуатації обладнання електроенергетичних систем з використанням засобів та пристроїв контролю та діагностики.

Предмет навчальної дисципліни – включає загальні питання експлуатації обладнання електроенергетичних мереж та систем, принципів організації експлуатації систем, прав, обов'язків та відповідальності щодо експлуатації, організації ремонтів обладнання електроенергетичних систем та релейного захисту оперативно-диспетчерського управління, особливостей експлуатації електроенергетичних систем, розширено розглядаються питання експлуатації трансформаторів і реакторів.

Програмні результати навчання:

Компетенції:

- ЗК02 Здатність до використання інформаційних і комунікаційних технологій
- ФК3. Здатність планувати, організовувати та проводити наукові дослідження в області електроенергетики, електротехніки та електромеханіки
- ЗК05 Здатність приймати обґрунтовані рішення.
- ЗК07 Здатність виявляти та оцінювати ризики.
- ФК1 Здатність застосовувати отримані теоретичні знання, наукові і технічні методи для вирішення науково-технічних проблем і задач електроенергетики, електротехніки та електромеханіки
- ФК4 Здатність розробляти та впроваджувати заходи з підвищення надійності, ефективності та безпеки при проектуванні та експлуатації обладнання та об'єктів електроенергетики, електротехніки та електромеханіки
- ФК9 Здатність розуміти і враховувати соціальні, екологічні, етичні, економічні та комерційні міркування, що впливають на реалізацію технічних рішень в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці
- ФК11 Здатність оцінювати показники надійності та ефективності функціонування електроенергетичних, електротехнічних та електро-механічних об'єктів та систем
- 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
- ФК19. Здатність розуміти принципи та особливості функціонування ринку електричної енергії України

Програмні результати навчання:

- ПРН 01 Знаходити варіанти підвищення енергоефективності та надійності електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного обладнання й відповідних комплексів і систем.
- ПРН 04 Окреслювати план заходів з підвищення надійності, безпеки експлуатації та продовження ресурсу електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного обладнання і відповідних комплексів і систем.
- ПРН05. Аналізувати процеси в електроенергетичному, електротехнічному та електромеханічному обладнанні і відповідних комплексах і системах.
- ПРН 17 Демонструвати розуміння нормативно-правових актів, норм, правил та стандартів в області електроенергетики, електротехніки та електромеханіки
- ПРН19. Виявити проблеми і ідентифікувати обмеження, що пов'язані з проблемами охорони навколишнього середовища, сталого розвитку, здоров'я і безпеки людини та оцінками ризиків в галузі електроенергетики, електротехніки та електромеханік
- ПРН22. Оцінювати та аналізувати поточні та перспективні економічні показники функціонування ринку електричної енергії України
- ПРН 23 Здійснювати вибір економічно-ефективних рішень в процесі проектної діяльності в області електроенергетичних систем

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

Для успішного засвоєння дисципліни студент повинен володіти теоретичною базою таких дисциплін циклів математичної, наукової, професійної та практичної підготовки, як «Теоретичні основи електротехніки», «Електричні мережі та системи», «Електрична частина станцій та підстанцій».

Компетенції, знання та уміння, одержані в процесі вивчення дисципліни є необхідними для виконання магістерської дисертації.

3. Зміст навчальної дисципліни

Зміст дисципліни структурно поділено на **5 розділів** (модулів), а саме:

1. **Загальні питання експлуатації обладнання електричних систем та мереж**, до якого ввійшли питання щодо основних регламентуючих нормативних документів, принципів організації експлуатації систем, прав, обов'язків та відповідальності щодо експлуатації.
2. **Оперативне планування роботи електроенергетичних систем та моніторинг електропостачання**, у якому висвітлюються питання моніторингу якості електричної енергії в системі розподілу, якості надання послуг з електропостачання, попередження та ліквідації технологічних порушень.
3. **Експлуатація трансформаторів, реакторів, електрообладнання та електроустановок загального призначення**, до якого ввійшли питання експлуатації силових трансформаторів, реакторів та супутнього обладнання, роботи їх систем охолодження, увімкнення трансформаторів і реакторів в мережу і контроль за їх роботою, паралельного увімкнення, регулювання напруги та інші.
4. **Експлуатація підстанцій, розподільних установок та ліній електропередавання в електроенергетиці**, у якому висвітлюються питання експлуатації повітряних ліній електропередавання та струмопроводів низької, середньої та високої напруги, а також розподільних установок та підстанцій.
5. **Основні вимоги безпеки при експлуатації мереж електропередавання та інших електроустановок**, до якого ввійшли питання організаційних заходів безпечного виконання робіт, заходів безпеки при експлуатації повітряних та кабельних ліній електропередавання.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Основні інформаційні ресурси:

1. Кодекс системи передачі. К.: 2020 р. (<https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v1724874-20#Text>).
2. Кодекс системи розподілу. К.: 2018 р. (<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/v0310874-18/print>).
3. Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів (ПТЕЕС). Міністерство енергетики та вугільної промисловості України, 2017 р. (<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1143-06/print>) –83с.
4. Правила улаштування електроустановок (ПУЕ). К.: Міненерговугілля України, 2017 р. – 617с.
5. Характеристики напруги електропостачання в електричних мережах загального призначення. ДСТУ EN 50160:2014. Київ: ДП “УкрНДНЦ” 2014. –с 28.
6. Стандарт підприємства СОУ НЕК 29.240.1-13:2019. Повітряні лінії електропередавання напругою понад 1 кВ змінного струму. Частина 1. Загальні вимоги. Загальні технічні характеристики. К., 2019. – 215 с.
7. ГКД 34.20.503-97 Методичні вказівки з організації системи експлуатаційного обслуговування повітряних ліній електропередачі напругою 0,4-20 кВ, трансформаторних підстанцій напругою 6-20/0,4 кВ та розподільчих пунктів напругою 6-20 кВ.

Додаткові:

1. ГКД 34.20.507-2003 Технічна експлуатація електричних станцій і мереж. Правила (у редакції наказу від 21.06.2019 № 271) «ЛьвівОРГРЕС».

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни(освітнього компонента)

Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції
Змістовний модуль 1. Загальні питання експлуатації обладнання електричних систем та мереж	
1	Терміни та визначення. Експлуатація системи розподілу та приєднаних до неї електроустановок. Принципи організації системи експлуатації; моніторинг, контроль та нагляд
Змістовний модуль 2. Оперативне планування роботи електроенергетичних систем та моніторинг електропостачання	
2	Моніторинг якості електричної енергії в системі розподілу. Якість надання послуг з електропостачання. Оперативно-диспетчерське управління в енергосистемі. Попередження та ліквідація технологічних порушень
Змістовний модуль 3. Експлуатація трансформаторів, реакторів, електрообладнання та електроустановок загального призначення	
3	Експлуатація силових трансформаторів та реакторів. Увімкнення на паралельну роботу. Допустимі перевантаження, робота систем охолодження
Змістовний модуль 4 та 5. Експлуатація підстанцій, розподільних установок та ліній електропередавання в електроенергетиці. Основні вимоги безпеки при експлуатації мереж електропередавання та інших електроустановок	
4	Вплив геомагнітних збурень на експлуатаційні характеристики магістральних електричних мереж. Експлуатація повітряних ліній електропередавання 1 ... 150 кВ та струмопроводів до 35 кВ. Виконання робіт та заходи безпеки при експлуатації повітряних ліній електропередавання.
5	Модульна контрольна робота
ВСЬОГО 10годин	

Теми практичних занять

№ з/п	Тема заняття	Годин
1	Визначити значення зрівняльного струму після увімкнення трансформаторів на паралельну роботу.	2
2	Визначити перерозподіл потужності навантаження між трансформаторами увімкненими на паралельну роботу.	2
ВСЬОГО		4

6. Самостійна робота студента

№з/п	Вид самостійної роботи	Кількість годин СРС
1	Підготовка до аудиторних занять	5
2	Практичні заняття	2

3	Підготовка до МКР	4
4	Підготовка до іспиту	30
5	Вивчення питань, що винесені на самостійну роботу	95
	Всього	136

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 призначення заохочувальних та штрафних балів: заохочувальні та штрафні бали не входять до основної шкали РСО, а їх сума не перевищує 5% шкали. Заохочувальні бали нараховують за участь у факультетських та інститутських наукових конференціях.;*
- *політика дедлайнів та перескладань: якщо студент не проходив або не з'явився на МКР, його результат оцінюється у 0 балів;*
- *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 «Основи мікропроцесорної техніки»;*
- *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 домашніх завдань за матеріалами лекцій та МКР.

Семестровий контроль: екзамен.

Умови допуску до семестрового контролю: виконання МКР, виконання домашніх завдань та стартовий рейтинг не менше 35 балів.

Семестровий контроль: екзамен.

Умови допуску до семестрового контролю: успішне виконання МКР, виконання домашніх завдань та стартовий рейтинг не менше 35 балів.

Рейтинг студента з кредитного модуля розраховується зі 100 балів, що студент отримує за:

- виконання домашніх завдань за матеріалами лекцій;
- модульної контрольної роботи;
- екзаменаційної роботи.

Домашні завдання

Ваговий бал заняття – 8.

Максимальна кількість балів на всіх практичних заняттях – 4 бали x 2 робіт = 16 балів.

Критерії оцінювання

- робота виконана, можливо, з невеликими недоліками – 8 балів;
- робота не виконана або виконана з істотними недоліками – 0 балів

Модульна контрольна робота

Максимальний бал за МКР - 44.

Критерії оцінювання

- повне виконання завдання (більше 90% матеріалу) – коефіцієнт 0,9 –1;
- неповне виконання завдання (від 60 до 90% матеріалу) – коефіцієнт 0,6-0,9;
- виконання завдання містить менше 60 % необхідної інформації – 0 .

Форма семестрового контролю – екзамен

Максимальний бал – 40.

Необхідною умовою допуску до екзамену є успішне виконання МКР, виконання домашніх завдань та стартовий рейтинг не менше 35 балів

На іспиті студенти виконують письмову контрольну роботу. Кожний білет містить два теоретичних питання та задачу. Теоретичні питання оцінюються максимально по 10 балів, задача – 20 балів.

Критерії оцінювання

- повна відповідь, не менше 95% потрібної інформації або правильно вирішена задача – коефіцієнт 0,9 –1;
- достатньо повна відповідь, не менше 75% потрібної інформації або загалом правильно вирішена задача з певними неточностями – коефіцієнт 0,6-0,9;
- неповна відповідь, не менше 60% потрібної інформації або правильний загальний хід розв'язку задачі, однак не вірно рішення – 0,3-0,5;
- відповідь не відповідає умовам до «задовільно» – 0 балів.

Сума стартового балу і балу за екзаменаційну роботу переводиться до екзаменаційної оцінки згідно з таблицею:

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)

Сертифікати проходження дистанційних чи онлайн курсів за відповідною тематикою можуть бути зараховані за умови виконання вимог, наведених у Наказі № НОН/157/2023 від 09.05.2023 р. Положення про визнання в КПІ ім. Ігоря Сікорського результатів навчання, набутих у неформальній/інформальній освіті /

На час дії правового режиму воєнного стану діють особливості визнання результатів навчання (https://document.kpi.ua/2022_НОН-164).

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Склав ст. викладач кафедри електричних мереж та систем, д.т.н. Халіков В.А.

Ухвалено кафедрою ЕМС (протокол № 13 від 20 червня 2023 р.)

Погоджено Методичною комісією факультету (протокол № 10 від 22 червня 2023 р.)

Перелік питань, що можуть виноситися на семестровий контроль

1. Дати визначення терміну - експлуатація системи (обладнання, виробу).
2. Дати визначення терміну - електрична мережа.
3. Як поділяються електричні мережі в залежності від точки приєднання.
4. Що таке енерговузол?
5. Які є режими роботи електрообладнання енерговузлів?
6. Які є рівні напруги електрообладнання?
7. Назвіть основні нормативні документи, що регламентують дії персоналу при експлуатації електроенергетичних установок.
8. Назвіть найбільш поширені скорочення назв основних нормативних документів.
9. Що таке Кодекс систем розподілу?
10. Дайте визначення термінам:
 11. - абинована приєднана потужність;
 12. - аварійна ситуація;
 13. - передаварійна ситуація;
 14. - аварійне відключення;
 15. - аварійний режим роботи системи розподілу;
 16. - аварія системна;
 17. - балансування системи розподілу;
 18. - безпека;
 19. - випробування;
 20. - випробувальний режим;
 21. - від'єднання електроустановки;
 22. - відключення електроустановки;
 23. - контрольний вимір;
 24. - консервація;
 25. - оперативне відання;
 26. - оперативне управління;
 27. - протиаварійні заходи;
 28. - ремонт електроустановок об'єктів електроенергетики;
 29. - технічне обслуговування;
 30. - технологічне порушення;
 31. - якість електричної енергії;
 32. - мала система розподілу.
33. Чим забезпечується безпечна, надійна та ефективна експлуатація електрообладнання?
34. Що таке межа експлуатаційної відповідальності?
35. Що таке межа балансової належності?
36. Назвіть складові частини системи експлуатації об'єктів електроенергетики.
37. Назвіть оперативні стани електротехнічного обладнання, прийнятого в експлуатацію.
38. Назвіть системи ремонтів електротехнічного обладнання.
39. Що передбачає державний нагляд за експлуатацією?
40. Які підстави для тестування (випробування) стосовно якості електричної енергії?
41. В яких випадках виконуються випробування електротехнічного обладнання?
42. В якому порядку виконуються випробування електротехнічного обладнання?
43. Що передбачає програма випробувань?
44. Що має містити технічний звіт про результати проведених випробувань?
45. Які технологічні порушення у роботі об'єктів електроенергетики системи розподілу підлягають розслідуванню чи обліку?

46. Які заходи повинні бути розроблені за результатами розслідуванню технологічних порушень?
47. В яких випадках виконують виведення з роботи електроустановок?
48. Які вимоги висуваються до підготовки експлуатаційного та оперативного персоналу об'єктів електроенергетики?
49. Які параметри вимірюються при моніторингу якості електричної енергії в системі розподілу?
50. Що повинно враховуватися при виборі точок вимірювання параметрів якості електричної енергії ОСР?
51. Які вимоги до періодичності вимірювання та вибору точок вимірювання параметрів якості електричної енергії?
52. Назвіть часові рамки оперативного планування.
53. Що повинно бути розроблено в рамках оперативного планування?
54. В яких випадках здійснюється виведення обладнання з роботи?
55. Назвіть типи відключень електротехнічного обладнання.
56. Що повинен передбачати порядок розробки планів-графіків?
57. Чим визначається тривалість ремонтів обладнання при розробці річних планів-графіків?
58. Що має включати заявка на виведення обладнання з роботи?
59. Як оформляються незаплановані та вимушені відключення?
60. В які терміни необхідно попередити Користувача про планове відключення?
61. Які показники якості електропостачання, що характеризують надійність (безперервність) електропостачання?
62. Які параметри якості електроенергії в точках приєднання споживачів визначені у ДСТУ EN 50160:2014?
63. Як систематизують і поділяють силові трансформатори і реактори?
64. Розшифруйте буквенні частини позначень трансформатори.
65. Позначення видів систем охолодження трансформаторів.
66. Яка різниця між температурою відведеного і засмоктуваного повітря в системах охолодження трансформаторів і реакторів?
67. Які умови для належного функціонування газових реле?
68. Які умови необхідно забезпечити для тривалої і надійної експлуатації трансформаторів (реакторів)?
69. Який обсяг незнижувального запасу ізоляційного масла необхідно мати та зберігати?
70. Назвіть максимально допустиму температуру верхніх шарів масла за номінального навантаження трансформатора (реактора)?
71. Умови нормального функціонування перемикальних пристроїв РПН трансформаторів.
72. Короткочасні перевантаження, які допускаються для трансформаторів аварійних режимах.
73. На що необхідно звертати увагу при оглядах силових трансформаторів?
74. Назвіть типовий термін служби силового трансформатора.
75. Як здійснюється контроль навантаження і функціонування трансформаторів?
76. Перевірка правильності роботи газового реле трансформатора.
77. Контрольні мітки для температури трансформатора.
78. Назвіть отримані групи з'єднання обмоток трансформатора.
79. Перевірка груп з'єднання обмоток трансформатора.
80. Поняття про методи фазування трансформатора.
81. Умови увімкнення трансформаторів на паралельну роботу.
82. Як визначити значення зрівняльного струму після включення трансформаторів на паралельну роботу?
83. Визначення перерозподілу потужності навантаження між трансформаторами увімкненими на паралельну роботу.

84. Допустимі підвищення напруги для трансформатора.
85. Ступені регулювання напруги трансформатора щодо номінального значення.
86. Допустимі аварійні перевантаження трансформаторів.
87. Увімкнення трансформатора в мережу з резерву або після ремонту.
88. Процедура огляду трансформатора перед увімкненням.
89. Порядок вимкнення трансформатора від мережі.
90. Маркування фаз шинопроводів, підстанційних номерів трансформаторів, знаків.
91. Класифікація опор мереж ПЛ, в залежності від призначення.
92. Маркування опор мереж ПЛ.
93. Мінімально допустимий переріз проводів ПЛ електропередавання напругою за умовами механічної міцності.
94. Габарити мереж і охоронні зони ПЛ.
95. Періодичність огляду та розрахунковий строк служби ПЛ.
96. Періодичність капітального ремонту ПЛ.
97. Режими механічної частини ПЛ.
98. Нормативні документи з прийняття в експлуатацію об'єктів електромереж по завершенні будівництва.
99. Заборони У межах охоронних зон повітряних і кабельних ліній, трансформаторних підстанцій та розподільних пунктів.
100. Права енергопідприємств при порушенні заборон діючих у межах охоронних зон ПЛ і КЛ.
101. Групи з електробезпеки експлуатаційного персоналу.
102. Вимоги для одержання відповідних груп з електробезпеки.
103. Відповідальність за порушення вимоги правил безпеки.
104. Мінімальні відстані до струмопровідних частин, що перебувають під напругою.
105. Категорії роботи в електроустановках відносно заходів безпеки.
106. Виконання робіт в електроустановках до і понад 1000 В відносно заходів безпеки.
107. Організаційні заходи безпечного виконання робіт.
108. Перелік найбільш складних та небезпечних робіт при експлуатації ПЛ.
109. Заходи по підготовці робочого місця для роботи.
110. Заходи запобігання помилковому або самочинному вмиканню комутаційних апаратів.
111. Плакати безпеки, огороження робочого місця, встановлення заземлення.
112. Перевірка відсутності напруги в електроустановках, роботи з електровимірювальними приладами.
113. Організація та виконання робіт на опорах ПЛ.
114. Роботи на струмопровідних частинах електроустановок і ПЛ електропередавання під наведеною напругою.
115. Організація та виконання робіт під робочою напругою.
116. Роботи на КЛ, земляні роботи, прокладання та перекладання кабелів, перенесення муфт.