



## Силабус освітнього компонента

Програма навчальної дисципліни



# Експлуатація та режими роботи електрообладнання електростанцій

### Шифр та назва спеціальності

141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

### Інститут

ННІ електроенергетики, електроніки та електромеханіки

### Освітня програма

Електроенергетика

### Кафедра

Електричні станції

### Рівень освіти

Бакалавр

### Тип дисципліни

професійна підготовка, вибіркова

### Семестр

8

### Мова викладання

Українська

## Викладачі, розробники



### Шевченко Валентина Володимирівна

[Valentyna.Shevchenko@khpi.edu.ua](mailto:Valentyna.Shevchenko@khpi.edu.ua)

доктор технічних наук, доцент, професор кафедри електричних станцій

Має більше 300 наукових та методичних публікацій, 5 монографій, 3 наукових посібника, 10 патентів. Має звання «ING-PAED IGIP» (Міжнародний педагог в галузі інженерної педагогіки IGIP). Викладає дисципліни Електричні машини, Електричні машини і апарати, Надійність і діагностика, Електричні генератори для ГЕС і міні-ГЕС, Перспективи використання надпровідності в електромеханіці.

[Детальніше про викладача на сайті кафедри](#)

## Загальна інформація

### Анотація

Дисципліна вивчає питання експлуатації та режимів роботи електрообладнання (ЕО) електростанцій, надійності і діагностування технічного стану ЕО електричних станцій, питання щодо складання програми обстеження з метою забезпечення надійної експлуатації, виконання монтажу та обслуговування; діагностики і випробувань ЕО, встановлення можливості подальшої експлуатації .

### Мета та цілі дисципліни

Метою вивчення дисципліни є підготовка бакалаврів за спеціальністю 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка, що передбачає формування бази теоретичних і практичних знань майбутніх спеціалістів в області виготовлення, монтажу, експлуатації електрообладнання електричних станцій. Ціллю навчальної дисципліни одержання майбутніми спеціалістами теоретичних і практичних знань в області експлуатації, монтажу, діагностуванні технічного стану ЕО електричних станцій та підстанцій, складанні програми його обстеження; сформувані у студентів знання про режими роботи електричних станцій і підстанцій, про окремі види ЕО та їх

конструкції, про сучасні способи діагностики і випробувань ЕО на території електричних станцій і підстанцій; формування у студентів знань про окремі види ЕО та їх конструкції, про встановлення можливості подальшої експлуатації в межах встановленого строку експлуатації та після його закінчення.

**Загальна кількість годин** – 150, з них 30 годин лекцій, 15 годин лабораторних робіт, 15 годин практичних занять, 90 годин самостійної роботи, консультації. Підсумковий контроль – іспит.

### **Компетентності**

Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

Здатність спілкуватися державною та іноземною (англійською) мовою як усно, такі письмово.

Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми.

Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях, працювати в команді та автономно.

Здатність реалізувати свої права і обов'язки як члена суспільства, усвідомлювати цінності громадянського (вільного демократичного) суспільства та необхідність його сталого розвитку, верховенства права, прав і свобод людини і громадянина в Україні.

Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з роботою електрообладнання електричних станцій.

Здатність до використання інформаційних і комунікаційних технологій.

Здатність виконувати професійні обов'язки із дотриманням вимог правил техніки безпеки, охорони праці, виробничої санітарії та охорони навколишнього середовища.

Усвідомлення необхідності підвищення ефективності електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного устаткування.

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

Здатність продукувати нові ідеї, приймати обґрунтовані рішення, проявляти креативність та системне мислення, виявляти та оцінювати ризики.

Знання і розуміння сучасних технологічних процесів та систем технологічної підготовки виробництва, технічних характеристик, конструктивних особливостей, призначення і правил експлуатації електроенергетичного, електротехнічного і електромеханічного устаткування та обладнання.

Здатність використовувати закони та інженерні принципи, математичний апарат високого рівня для проектування, моделювання, конструювання, виробництва, монтажу, експлуатації, технічного обслуговування та утилізації об'єктів на електричних станціях.

### **Результати навчання**

Вміти оцінювати стан електрообладнання (ЕО) електричних станцій на базі сучасних методів проведення його діагностики, обирати нові типи ЕО, оцінювати їх характеристики, визначати принципи побудови та нормального функціонування елементів електроенергетичних, електротехнічних електромеханічних комплексів та систем;

Вміти оцінювати енергоефективність та надійність роботи електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних систем, розраховувати показники надійності, довговічності та ремонтпридатності ЕО; користуватись законами розподілу при розрахунках надійності; оцінювати надійність за експериментальними даними; визначати надійність ЕО;

Знати правила виготовлення та експлуатації ЕО, технологію та організацію робіт по розрахункам, проектуванню, монтажу, обслуговуванню і налагоджуванню ЕО, наслідувати стратегії та тактики розв'язання професійних завдань досвідченими працівниками у галузі електроенергетики, електротехніки та електромеханіки;

Вміти будувати моделі експлуатаційної надійності ЕО; користуватись методиками прискорених випробувань та виконувати задачі з технічного обслуговування ЕО за допомогою відповідних інструкцій та практичних навичок;

Знати та вміти складати програми загальних та спеціальних випробувань та проводити експериментальні дослідження ЕО на території електричних станцій. вміти використовувати їх для вирішення практичних проблем у професійній діяльності;

Вміти розробляти програму досліджень ЕО та аналізувати отримані експериментальні данні, представляти їх в графічному, табличному та інших видах, робити висновки що до отриманих параметрів і характеристик.

Знаходити необхідну інформацію в науково-технічній літературі, в базах даних та в інших джерелах інформації, оцінювати її релевантність та достовірність.

Розуміти основні принципи і завдання технічної та екологічної безпеки об'єктів електричних станцій та підстанцій, враховувати їх при прийнятті рішень.

Розуміти значення традиційної та відновлюваної енергетики для успішного економічного розвитку країни.

Розуміти принципи європейської демократії та поваги до прав громадян, враховувати їх при прийнятті рішень.

## **Обсяг дисципліни**

Загальний обсяг дисципліни 150 год. (5 кредитів ECTS): лекції – 30 год., лабораторні роботи – 15 год., практичні роботи – 15 год., самостійна робота – 90 год.

## **Передумови вивчення дисципліни (пререквізити)**

Вступ до спеціальності; Електричні станції (загальний курс); Вища математика; Загальна фізика; Інформатика, обчислювальна техніка та програмування; Теоретична механіка; Теоретичні основи електротехніки; Електротехнічні матеріали; Основи метрології та електричних вимірювань; Основи електроніки; Комп'ютерна графіка та програмування.

## **Особливості дисципліни, методи та технології навчання**

Використовуються різні методи навчання, що використовують на лекційних, лабораторних та практичних заняттях відповідно до змісту робочої програми та з метою активізації навчально-пізнавальної діяльності студентів при вивченні дисципліни (активні форми проведення занять, методи взаємодії між викладачем та студентами): лекція, лекція-діалог, лекційне опитування, лабораторні та практичні заняття, інженерний семінар, співбесіда, консультація. Поточний контроль реалізується у формі опитування на лекціях та консультаціях, при проведенні вхідного контролю та контролю виконання індивідуального завдання (РГ), при проведенні контрольних (модульних) робіт. Контроль вивчення розділів робочої програми, розділів, що освоюються під час самостійної роботи студента, проводиться шляхом перевірки конспектів та написання контрольної роботи. Семестровий контроль – екзамен (по екзаменаційних білетах), відповідно до навчального плану, з урахуванням результатів поточної успішності, в обсязі навчального матеріалу, визначеного навчальною програмою, в терміни, що встановлені навчальним планом.

## **Програма навчальної дисципліни**

### **Теми лекційних занять**

#### **Тема 1. Структура організацій що забезпечують системи розподілу електроенергії**

Тема 1.1. Установи та організації, які пов'язані з розвитком енергетики та її функціонуванням. Режими роботи споживачів і приймачів електроенергії. Електростанції України.

Тема 1.2. Гранично - допустимі експлуатаційні показники електрооб-ладнання (ЕО). Технічна документація, яка необхідна для монтажу ЕМ і трансформаторів. Особливості експлуатації електрообладнання при підвищеній температурі, перенапрузі, в агресивних середовищах та ін. Напрямок забезпечення надійності електрообладнання, яке працює в особливих умовах (на блоках АЕС).

Тема 1.3. Надійність системи «Електроенергетика». Поняття надійності в теорії електричних машин: надійність, працездатність, від-мова, несправності, напрацювання, безвідмовність.

Інтенсивність відмов як міра надійності електрообладнання. Відмови електрообладнання в теорії надійності. Резервування та підвищення запасів міцності, як шлях підвищення надійності

Тема 1.4. Попередження помилок при замовленні, конструюванні і виготовленні обладнання для енергооб'єктів (станцій і підстанцій). Попередження ризику помилок при проектуванні.

Виключення ризиків появи дефектів при транспортуванні обладнання на місце монтажу. Виключення ризиків при монтажі та налагодження ЕО. Типові помилки при експлуатації. Тема 1.5. Параметри, які встановлюють гарантійний строк роботи ЕО. Система планово-попереджувальних ремонтів (ППР).

## **Тема 2. Особливості роботи різних типів електрообладнання. Експлуатація, ремонт та обслуговування електричних двигунів електростанцій**

Тема 2.1. Типові дефекти обладнання та зниження ймовірності їх роз-витку. Встановлення типових дефектів обладнання та зниження ймовірності їх розвитку. Проблеми та обмеження самозапуску електродвигунів власних потреб електростанцій..

Тема 2.2. Фактори, що обмежують граничну потужність турбогенераторів (ТГ). Особливості експлуатації ТГ з урахуванням їх теплового стану. Системи збудження потужних ТГ (контактні та безконтактні).

Тема 2.3. Оцінка надійності роботи ЕО. Критерії оцінки надійності обладнання і вплив числа відмов ТГ на вироблення електроенергії. Режими роботи електричних машин і трансформаторів. Проведення післяремонтних випробувань на блоках станцій та підстанцій.

Тема 2.4. Режими роботи електричних двигунів (ЕД) електрообладнання ТЕС і АЕС. Організація ремонту ЕД на блоках електростанцій. Розбирання ЕД на блоці станції. Технічне обслуговування та випробування ЕД.

Тема 2.5. Перспективи розвитку ЕО електророзподільних мереж. Особливості роботи сучасних енергосистем. Перспективний вибір електрообладнання в умовах зміни енергоспоживання електроприймачами.

## **Тема 3. Випробування і експлуатація електрообладнання електричних станцій і підстанцій**

Тема 3.1. Випробування електричних машин і трансформаторів перед першим включенням. Приймально-здавальні випробування електричних машин і трансформаторів. Перевірка маркування виводів електричних машин і трансформаторів..

Тема 3.2. Вимірювання опору ізоляції і якості покриттів. Вимірювання активного опору обмоток ЕМ і трансформаторів. Випробування ізоляції обмоток підвищеною напругою промислової частоти.

Тема 3.3. Система планово–попереджувальних ремонтів для електроустаткування електростанцій. Діагностика електрообладнання при зупинці на ремонт і в режимі «on-line». Моніторинг стану машин і устаткування в процесі прироблення і експлуатації.

Тема 3.4. Типи відмов електрообладнання: прироботочні відмови; відмови, що викликані зносом окремих частин електричної машини; раптові відмови під час нормальної експлуатації. Напрямки модернізація ЕО. Вирішення питань енергозбереження при проведенні модернізації ЕО.

Тема 3.5. Пуск та зупинка потужних ТГ. Модернізація ЕО з метою вирішення питань енергозбереження на прикладі модернізації потужних ТГ. Встановлення режимів експлуатації ТГ на блоках електростанцій з метою регулювання коефіцієнту потужності електромережі.

## **Теми практичних занять**

**Тема 1.** Технологічний процес отримання електроенергії на ТЕС. Типи палива. Кульові млини для підготовки вугілля.

**Тема 2.** Технологічний процес отримання електроенергії на АЕС. Електрообладнання власних потреб АЕС.

**Тема 3.** Комплектні трансформаторні підстанції (КТП): комплектування, місце встановлення, забезпечення магнітної сумісності елементів КТП.

**Тема 4.** Альтернативні засоби діагностики системі ППР на електростанціях. Людський фактор.

**Тема 5.** Нові класи ефективності АД (код ІЕ). Система класифікації енергоефективності АД (EFF3, EFF2, EFF1).

**Тема 6.** Аналіз  $U$ -подібних та кутових характеристик синхронного генератора на блоках електростанцій. Підтримка балансу активної та реактивної енергії в мережі за рахунок зміни режиму експлуатації ТГ.

**Тема 7.** Проведення аналізу пуску та зупинки синхронного генератора на блоці електростанції (гідро-підйом, вало-поворотний пристрій). Підшипникові струми.

**Тема 8.** Захист розрахункового завдання

## Теми лабораторних робіт

**Тема 1.** Дослідження одно- та трифазних трансформаторів.

**Тема 2.** Дослідження включення трифазних трансформаторів на паралельну роботу

**Тема 3.** Пуск та частотне регулювання частоти обертання трифазного асинхронного двигуна (АД) з короткозамкненим ротором.

**Тема 4.** Реостатний пуск та дослідження робочих характеристик трифазного АД з фазним ротором

**Тема 5.** Дослідження характеристик синхронного генератора при автономному навантаженні.

**Тема 6.** Дослідження паралельної роботи синхронного генератора з мережею. Синхроскопи.

**Тема 7.** Дослідження робочих характеристик генератора постійного струму з паралельним збудженням. Перевірка виконання умов самозбудження.

**Тема 8.** Захист лабораторних робіт

## Самостійна робота

Індивідуальні завдання. «Визначення основних параметрів електрообладнання після ремонту і під час експлуатації».

Розрахункове завдання слід виконувати згідно з методичними вказівками [7].

## Література та навчальні матеріали

### Основна література

1. Експлуатація та режими роботи електростанцій: практикум: навч. посібник для студентів спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка». – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського. - 2022 / уклад.: Є.І. Бардик, Денисюк П.Л., Бондаренко О. Л. – 145 с.

2. Лагутін В. М., Нетребський В. В., Тептя В. В. Обслуговування турбо- та гідрогенераторів: навчальний посібник. – Вінниця: ВНТУ, 2017. – 98 с.

3. Гаряжа В. М., Карюк А. О. Конспект лекцій з курсу «Електрична частина станцій та підстанцій» (частина 1) (для студентів денної та заочної форм навчання спеціальності 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка). – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018. – 149 с.

4. Лагутін В. М., Лесько В. О., Тептя В. В. Експлуатація електричних станцій. Ч. II. Ремонт електричних машин та трансформаторів: навчальний посібник. – Вінниця: ВНТУ, 2015. – 115 с.

5. Хитров А.В. Монтаж, наладка і експлуатація електрообладнання. Конспект лекцій (для студентів 5 курсу денної і 6 курсу заочної форм навчання спеціальності 7.0906003 – «Електричні системи електроспоживання». – Харків: ХНАМГ, 2009. – 328 с.

6. Лагутін В.М., Зелінський В.Ц., Бурикін О.Б. Випробування електричних машин і трансформаторів в електроенергетичних системах: навчальний посібник. – Вінниця: ВНТУ, 2010. – 115 с.

### Додаткова література та Інтернет-ресурси

7. Визначення основних параметрів електрообладнання після ремонту і під час експлуатації. Методичні вказівки до виконання розрахункових завдань для студентів денної та заочної форм навчання, спеціальність 141 «Електроенергетика, електротехніка і електромеханіка» з дисципліни «Експлуатація та режими роботи електрообладнання електричних станцій» /уклад. В. В. Шевченко, О. П. Лазуренко – Харків: НТУ «ХПІ», 2023. – 28 с.

8. Вибір числа і потужності трансформаторів цехових трансформаторних підстанцій. Адреса доступу: <https://studfile.net/preview/9111324/page:5/>

9. Проект Плану відновлення України. Матеріали робочої групи «Енергетична безпека». – Національна рада з відновлення України від наслідків війни, 2022. – 164 с. Адреса доступу: <https://www.kmu.gov.ua/storage/app/sites/1/recoveryrada/ua/energy-security.pdf>

10. Правила улаштування електроустановок. Затверджено та надано чинності: Наказ Міністерства енергетики України від 21.07.2017 № 476. – Міністерство енергетики України, 2017. – 667 с. [Електронний ресурс]. Адреса доступу: <https://ua.energy/wp-content/uploads/2018/06/%D0%9F%D0%A3%D0%95.pdf>
11. Шевченко В. В., Матвєєнко П. І. Про доцільність переведення турбогенераторів у режим синхронних компенсаторів // Вісник НТУ «ХПІ». – 2013. – № 51(1024) – С. 76-81. [http://library.kpi.kharkov.ua/files/Vestniki/2013\\_51.pdf](http://library.kpi.kharkov.ua/files/Vestniki/2013_51.pdf)
12. Рубаненко О. О., Рубаненко О.Є., Гасич В. В. Дослідження пошкоджуваності турбогенераторів. [Електронний ресурс]. Адреса доступу: <https://ir.lib.vntu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/37379/12268-43713-1-PB.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
13. Сивокобиленко В. Ф., Лисенко В.А. Аналіз поведінки синхронних двигунів у режимах перемикачів на резервне живлення. // Донецьк: Наукові праці ДонНТУ. Серія: «Електротехніка і енергетика». – 2020. – №2(23). – С. 28-37. Адреса доступу: <https://elen.donntu.edu.ua/2074-2630-2020-2-28-37.pdf>
14. Севостьянов І. В. Експлуатація та обслуговування машин. Навчальний посібник. – Вінниця: ВНТУ, 2006. – 127 с. Адреса доступу: <https://is.gd/SDHS58>
15. Shevchenko V.V. Basics of electric power engineering. Beginning. Training manual. Kharkiv, 2022. – 256 p. [Електронний ресурс]. Адреса доступу: <https://doi.org/10.5281/zenodo.6465749>
16. Wadhwa C. L. Electrical Power Systems. New Academic Science. – New Academic Science Limited. The Control Centre, 11, A Little Mount Sion, Tunbridge Wells, Kent TN1-1YS, UK. – URL: [www.newacademicscience.co.uk](http://www.newacademicscience.co.uk)
17. СОУ-Н ЕЕ 20.302:2007 Норми випробування електрообладнання. Видання офіційне. – 2007. – 271 с.

## Система оцінювання

### Критерії оцінювання успішності студента та розподіл балів

Поточний контроль здійснюється у формі опитування на лекціях і консультаціях, під час вхідного контролю та контролю виконання індивідуального завдання (РГ), під час контрольної (модульної) роботи. Контроль вивчення розділів робочої програми, розділів, які засвоюються під час самостійної роботи студента, здійснюється шляхом перевірки рефератів та написання контрольної роботи. Семестровий контроль – екзамен (за екзаменаційними білетами), відповідно до навчального плану з урахуванням результатів поточної успішності, з обсягу навчального матеріалу, визначеного навчальним планом, у терміни, визначені навчальним планом.

Результуюче оцінювання складається з оцінок за роботу в семестрі: на лекціях (15 балів), на практичних роботах (10 балів), на лабораторних роботах (10 балів); при співбесіді за темами самостійної роботи студента – 5; за виконання індивідуального завдання – 30; на іспиті – 40 балів. Всього студент може набрати 100 балів.

### Шкала оцінювання

Сума балів	Національна оцінка	ECTS
90–100	Відмінно	A
82–89	Добре	B
75–81	Добре	C
64–74	Задовільно	D
60–63	Задовільно	E
35–59	Незадовільно (потрібне додаткове вивчення)	FX
1–34	Незадовільно (потрібне повторне вивчення)	F

## Норми академічної етики і політика курсу

Студент повинен дотримуватися «Кодексу етики академічних взаємовідносин та доброчесності НТУ «ХПІ»: виявляти дисциплінованість, вихованість, доброзичливість, чесність, відповідальність. Конфліктні ситуації повинні відкрито обговорюватися в навчальних групах з викладачем, а при неможливості вирішення конфлікту – доводитися до відома співробітників дирекції інституту. Нормативно-правове забезпечення впровадження принципів академічної доброчесності НТУ «ХПІ» розміщено на сайті: <http://blogs.kpi.kharkov.ua/v2/nv/akademichna-dobrochesnist/>

## Погодження

Силабус погоджено

Дата погодження, підпис

Завідувач кафедри  
Олександр ЛАЗУРЕНКО

Дата погодження, підпис

Гарант ОП