



## Силабус освітнього компонента

Програма навчальної дисципліни



# Експлуатація і режими роботи електрообладнання в системах відновлюваної енергетики

### Шифр та назва спеціальності

141 – Електроенергетика, електротехніка і електромеханіка,  
176 – Мікро- та наносистемна техніка

### Інститут

ННІ електроенергетики, електроніки та електромеханіки

### Освітня програма

Стала та відновлювана енергетика: електрична та мікроелектронна інженерія

### Кафедра

Електричні станції

### Рівень освіти

Магістр

### Тип дисципліни

Вибіркова

### Семестр

1

### Мова викладання

Українська, англійська

## 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.

### **Формат занять**

Лекції, практичні роботи, самостійна робота, консультації. Підсумковий контроль – залік.

### **Компетентності**

СК1. Здатність обґрунтовано обирати, застосовувати наявні та розробляти нові методи, методики, технології для вирішення інженерних завдань електроенергетики, електротехніки та електромеханіки, а також мікро- та наносистемної техніки.

СК3. Здатність застосовувати отримані теоретичні знання, наукові й технічні методи для вирішення науково-технічних проблем електроенергетики, електротехніки та електромеханіки, а також мікро- та наносистемної техніки, оцінювати отримані результати.

СК8. Здатність планувати впровадження і керувати роботою відновлюваних джерел енергії для забезпечення сталого розвитку енергетики на основі технологій розумних мереж, розподіленої генерації та акумулювання енергії.

### **Результати навчання**

РН1. Формулювати й розв'язувати складні інженерні, виробничі та/або наукові задачі під час проектування, виготовлення і дослідження електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних комплексів і систем, а також мікро- та наносистемної техніки різноманітного призначення та створення конкурентоспроможних розробок, втілення результатів у бізнес-проектах.

РН2. Визначати напрями, розробляти й реалізовувати проекти створення та модернізації електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних комплексів і систем, а також виробництва мікро- та наносистемної техніки з урахуванням технічних, економічних, правових, соціальних та екологічних аспектів.

РН11. Розуміти та використовувати правові акти, норми, правила та стандарти в галузі електроенергетики, зокрема відновлюваних джерел енергії.

РНс1.1. Визначати оптимальні технології, схеми організації й параметри обладнання установок та станцій з виробництва електроенергії на основі відновлюваних джерел енергії, зокрема фотоелектричних.

### **Обсяг дисципліни**

Загальний обсяг дисципліни 90 год. (3 кредитів ECTS): лекції – 32 год., практичні роботи – 16 год., самостійна робота – 42 год. Підсумковий контроль – залік.

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

Без пререквізитів

### **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 електрообладнання (ЕО). Технічна документація, яка необхідна для монтажу ЕМ і трансформаторів. Особливості експлуатації електрообладнання при підвищеній температурі, перенапрузі, в агресивних середовищах та ін. Напрямки 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, відмова, 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 налагодженні 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 розвитку. 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 придбання і експлуатації.

Тема 3.4. Типи відмов електрообладнання: прироботочні відмови; відмови, що викликані зносом окремих частин електричної машини; раптові відмови під час нормальної експлуатації. Напрямок модернізації 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 електростанціях. Типи палива. Електрообладнання власних потреб.

**Тема 2.** Комплектні трансформаторні підстанції (КТП): комплектування, місце встановлення, забезпечення магнітної сумісності елементів КТП.

**Тема 3.** Альтернативні засоби діагностики системі ППР на електростанціях. Людський фактор.

**Тема 4.** Нові класи ефективності АД (код ІЕ). Система класифікації енергоефективності АД (EFF3, EFF2, EFF1).

**Тема 5.** 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 6.** Проведення аналізу пуску та зупинки синхронного генератора на блоці електростанції (гідро-підйом, вало-поворотний пристрій).

**Тема 7.** Захист індивідуального завдання

### Теми лабораторних робіт

#### Самостійна робота

Індивідуальні завдання – реферат на тему «Визначення основних параметрів електрообладнання після ремонту і під час експлуатації».

## 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., Матвеев 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 перемикання 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, 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 – залік, 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 (20 балів), на практичних роботах (15 балів); при співбесіді за темами самостійної роботи студента – 5; за виконання індивідуального завдання – 30; на заліку – 30 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

28.08.23

Завідувач кафедри  
Олександр ЛАЗУРЕНКО

28.08.23

Гарант ОП  
Костянтин МАХОТІЛО