



Силабус освітнього компонента

Програма навчальної дисципліни



Техніка високих напруг

Шифр та назва спеціальності

141 – Електроенергетика,
електротехніка та електромеханіка

Інститут

ННІ Енергетики,
електроніки та електромеханіки

Освітня програма

Електроенергетика

Кафедра

Передача електричної енергії (131)

Рівень освіти

Бакалавр

Тип дисципліни

Обов'язкова

Семестр

7

Мова викладання

Українська

Викладач, розробник

**Шутенко Олег Володимирович**

oleg.shutenko@khpi.edu.ua

Кандидат технічних наук за спеціальністю Техніка сильних електричних та магнітних полів, доцент, доцент кафедри передачі електричної енергії

Досвід роботи – 19 років. Автор понад 100 наукових та науково-методичних робіт, включаючи 1 монографію та 3 патенти на корисну модель. Провідний лектор з дисциплін: «Техніка високих напруг», «Взаємодія ЕЕС з навколишнім середовищем», «Математичні основи технічної діагностики». Науковий напрямок – дослідження процесів в ізоляції та діагностика стану високовольтного обладнання електричних систем і мереж.

[Детальніше про викладача на сайті кафедри](#)

Загальна інформація

Анотація

Освітній компонент "Техніка високих напруг" спрямований на вивчення ключових аспектів впливу сильних електричних полів на речовини (гази, рідини, тверді тіла, тощо) та сфери їх практичного використання. Даний освітній компонент допомагає здобувачам отримати необхідні теоретичні знання та практичні навички роботи з високими напругами в електричних системах та мережах. Основним напрямком під час освоєння цього освітнього компоненту є підготовка здобувачів до розв'язання практичних завдань у сфері електроенергетики: забезпечення безпеки й надійності електричних систем і мереж та розуміння засобів мінімізації негативного впливу високих напруг на обладнання і навколишнє середовище.

Мета та цілі дисципліни

Мета викладання освітнього компоненту «Техніка високих напруг» полягає в наданні здобувачам базових знань з теорії електрофізичних процесів, що розвиваються в ізоляції обладнання електричних систем та мереж під впливом високих напруг і сильних електромагнітних полів, та засобам зниження їх негативного впливу в об'ємі необхідному для вивчення профільюючих дисциплін та виконання досліджень в області, яка визначається спеціальністю «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка».

Формат занять

Лекції, лабораторні роботи, самостійна робота, консультації. Підсумковий контроль – екзамен

Компетентності

- K01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу і синтезу.
- K02. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
- K03. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово
- K05. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.
- K06. Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми.
- K07. Здатність працювати в команді.
- K08. Здатність працювати автономно.
- K11. Здатність вирішувати практичні задачі із застосуванням систем автоматизованого проектування і розрахунків (САПР).
- K12. Здатність вирішувати практичні задачі із залученням методів математики, фізики та електротехніки.
- K13. Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з роботою електричних систем та мереж, електричної частини станцій і підстанцій та техніки високих напруг.
- K16. Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з проблемами виробництва, передачі та розподілення електричної енергії.
- K17. Здатність розробляти проекти електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного устаткування із дотриманням вимог законодавства, стандартів і технічного завдання.
- K18. Здатність виконувати професійні обов'язки із дотриманням вимог правил техніки безпеки, охорони праці, виробничої санітарії та охорони навколишнього середовища.
- K19. Усвідомлення необхідності підвищення ефективності електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного устаткування.
- K20. Усвідомлення необхідності постійно розширювати власні знання про нові технології в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці.
- K21. Здатність оперативно вживати ефективні заходи в умовах надзвичайних (аварійних) ситуацій в електроенергетичних та електромеханічних системах.
- K25. Отримання та використання професійних знань та розумінь, пов'язаних з процесами передачі, розподілу електроенергії і електропостачання з дотриманням заданих параметрів технологічних процесів і якості електроенергії.
- K27. Отримання та використання професійних знань та розумінь, пов'язаних з процесами створення і використання безпечних та ефективних електроізоляційних, кабельних та оптоволоконних систем.
- K28. Отримання та використання професійних знань та розумінь, пов'язаних з проведенням енергетичного аудиту, розробки та впровадженні заходів з енергозбереження та підвищення енергетичної ефективності різних об'єктів та систем енергетичного менеджменту

Результати навчання

- ПР01. Знати і розуміти принципи роботи електричних систем та мереж, силового обладнання електричних станцій та підстанцій, пристроїв захисного заземлення та грозозахисту та уміти використовувати їх для вирішення практичних проблем у професійній діяльності.
- 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.
- ПР08. Обирати і застосовувати придатні методи для аналізу і синтезу електромеханічних та електроенергетичних систем із заданими показниками.
- ПР10. Знаходити необхідну інформацію в науково-технічній літературі, базах даних та інших джерелах інформації, оцінювати її релевантність та достовірність.

ПР11. Вільно спілкуватися з професійних проблем державною та іноземною мовами усно і письмово, обговорювати результати професійної діяльності з фахівцями та нефхівцями, аргументувати свою позицію з дискусійних питань.

ПР12. Розуміти основні принципи і завдання технічної та екологічної безпеки об'єктів електротехніки та електромеханіки, враховувати їх при прийнятті рішень.

ПР15. Розуміти та демонструвати добру професійну, соціальну та емоційну поведінку, дотримуватись здорового способу життя.

ПР17. Розв'язувати складні спеціалізовані задачі з проектування і технічного обслуговування електромеханічних систем, електроустаткування електричних станцій, підстанцій, систем та мереж.

ПР18. Вміти самостійно вчитися, опановувати нові знання і вдосконалювати навички роботи з сучасним обладнанням, вимірювальною технікою та прикладним програмним забезпеченням.

ПР19. Застосовувати придатні емпіричні і теоретичні методи для зменшення втрат електричної енергії при її виробництві, транспортуванні, розподіленні та використанні.

ПР20. Вирішувати професійні задачі з проектування, монтажу та експлуатації електроенергетичних, електротехнічних, електромеханічних комплексів та систем.

ПР24. Знати і розуміти процеси передачі, розподілу електроенергії і електропостачання з дотриманням заданих параметрів технологічних процесів і якості електроенергії.

ПР26. Знати і розуміти процеси створення і використання безпечних та ефективних електроізоляційних, кабельних та оптоволоконних систем.

ПР30. Знати і розуміти процеси, пов'язані з сучасними цифровими технологіями процесів розподілу та споживання електроенергії.

Обсяг дисципліни

Загальний обсяг дисципліни 120 год. (4 кредитів ECTS): лекції – 32 год., лабораторні роботи – 16 год., самостійна робота – 72 год.

Передумови вивчення дисципліни (пререквізити)

Для успішного засвоєння освітнього компоненту «Техніка високих напруг» необхідно мати знання та практичні навички з наступних освітніх компонентів: ЗП 10. Фізика; СП 3. Основи метрології та електричних вимірювань, СП 4. Теоретичні основи електротехніки ч.1; СП 5. Теоретичні основи електротехніки ч.2; СП 9. Електричні системи та мережі

Особливості дисципліни, методи та технології навчання

Методами навчання у викладанні освітнього компоненту «Техніка високих напруг» являються: словесні (бесіда, дискусія, лекція, робота з книгою); наочні (ілюстрація практичними прикладами); практичні (практичні вправи, дослідження процесів і явищ за допомогою спеціального лабораторного обладнання).

Активні методи навчання, які застосовуються: дискусія, мозковий штурм, проблемні методи.

Під час виконання лабораторних робіт використовується проєктний підхід до навчання, акцентується увага на застосуванні інформаційних технологій.

Під час виконання розрахункового завдання використовується прикладне комп'ютерне програмування.

Навчальні матеріали доступні студентам на платформі Office Microsoft 365.

Програма навчальної дисципліни

Теми лекційних занять

Вступ. Мета вивчення та завдання та загальна характеристика навчальної дисципліни

Тема 1. Електрична міцність газових проміжків

Процеси в ізоляції під впливом дії електричних полів. Вольт амперна характеристика газових проміжків. Електрична міцність газових проміжків. Лавина електронів. Умови самостійності розряду в умовах однорідного електричного поля. Закон Пашена. Стрімерна теорія розряду. Умови самостійності розряду в умовах неоднорідного електричного поля. Начальне напруження для неоднорідних полів. Закон подібності розрядів. Пробивна напруга газів в неоднорідному

електричному полі. Статистичні характеристики розряду. Вольт-секундна характеристика. Генератор імпульсних напруг та вольт-секундна характеристика ізолятора.

Тема 2. Коронний розряд на лініях електропередач (ЛЕП)

Загальна характеристика коронного розряду. Зниження коронування на проводах ПЛ. Характеристики корони на проводах при змінній напруги. Ознайомлення з методом дзеркальних відображень. Коронування на ПЛ під впливом хвилі атмосферної перенапруги.

Тема 3. Електричні навантаження на поверхні ізоляційної конструкції

Допустима напруженість електричного поля на поверхні твердого діелектрика. Програмна реалізація методу дзеркальних відображень. Ознайомлення з функцією «СЕ». Розрахунок падінь напруги за схемою заміщення протяжної ізоляційної конструкції. Дослідження розподілу напруги вздовж гірлянди ізоляторів. Особливості вимірювання розподілу падінь напруги на поверхні діелектрика.

Тема 4. Вибір ізоляції повітряних ліній електропередачі і підстанцій в районах з підвищеною забрудненістю атмосфери.

Умови роботи зовнішньої ізоляції в забрудненій атмосфері. Розрахунок вологорозрядної напруги ізолятора зовнішньої установки. Методи вимірювання високої напруги робочої частоти та визначення сухорозрядної напруги ізолятора. Розробка алгоритму та тексту програми для виконання розрахунків. Розрахунок значення максимальної напруженості електричного поля при різних значеннях параметрів конструкції фази. Вибір ізоляторів в умовах атмосферного забруднення

Тема 5. Контроль стану внутрішньої ізоляції

Особливості поведінки внутрішньої ізоляції при експлуатації. Старіння ізоляції. Контроль стану ізоляції підвищеною напругою. Явище абсорбції в двошаровому діелектрику. Часткові розряди в ізоляції. Метод АРГ. Тепловізійний контроль. Аналіз та оформлення отриманих результатів.

Тема 6. Високовольтні випробувальні установки і вимірювання високих напруг

Високовольтні випробувальні установки і методи проведення випробувань. Вимірювання напруженості електричного поля. Вимірювання високих напруг

Теми лабораторних робіт (ЛР)

Тема 1. Дослідження електричної міцності повітряних проміжків при змінній та постійній напрузі.

Тема 2. Генератор імпульсних напруг та вольт-секундна характеристика ізолятора.

Тема 3. Характеристики корони на проводах при змінній напрузі

Тема 4. Дослідження розподілу напруги вздовж гірлянди ізоляторів

Тема 5. Методи вимірювання високої напруги робочої частоти та визначення сухорозрядної напруги ізолятора

Індивідуальні завдання (ІЗ)

Освітній компонент «Техніка високих напруг» передбачає виконання розрахункового завдання (Р). Результати розрахунків оформлюються у письмовий звіт, який підлягає захисту.

Тема «Розрахунок значення максимальної напруженості електричного поля при різних значеннях параметрів конструкції фази»

Розрахункове завдання містить наступні розділи:

Завдання (вихідні дані)

1 Розробка функції для застосування методу дзеркальних відображень з метою визначення напруженості електричного поля на поверхні фазного проводу повітряної лінії.

2 Розробка програми для розрахунку напруженості електричного поля на поверхні фазного проводу повітряної лінії з урахуванням параметру, що варіюється.

3 Приведення розрахунків для визначення напруженості на початку корони та максимальної напруженості електричного поля на проводах повітряної лінії.

4 Побудова графіків, які демонструють залежність максимальної напруженості електричного поля від варіюваних параметрів конструкції фази.

Висновок з пояснення отриманих залежностей та розрахунків.

Список джерел інформації.

Самостійна робота

Одним із обов'язкових завдань для самостійної роботи є виконання розрахункового завдання за індивідуальним варіантом. Це завдання сприяє розвитку аналітичних та дослідницьких навичок здобувачів та спонукає до глибокого розуміння та осмислення проблем, пов'язаних з високими напругами в електричних системах та мережах.

Теми, які викладаються під час лекцій, надають здобувачам необхідні основи та загальні уявлення про предметну галузь. Лекційний матеріал викладається у формі, що забезпечує оптимальне засвоєння основних концепцій та інформації. Однак, для поглиблення знань за даним освітнім компонентом, здобувачі повинні більше вдаватися у деталі і практичні застосування здобутих знань. Тому, для покращення рівня розуміння та освоєння освітнього компоненту, здобувачам рекомендується самостійно вивчати додаткові матеріали, які допоможуть поглибити їхні знання та навички. Самостійне вивчення та аналіз таких додаткових матеріалів, як наукові статті, книги, та онлайн-ресурси допоможуть значно збагатити знання і підготувати здобувачів до розв'язання практичних завдань у майбутньому.

Література та навчальні матеріали

Основна література:

1. *Мар'янчук П.Д., Майструк Е.В.* Техніка високих напруг: навчальний посібник — Чернівці: Рута, 2010. – 90 с.
2. *С.В. Василюк, К.С. Василюк* Техніка високих напруг: навчальний посібник [Електронне видання]. – Рівне : НУВГП, 2018. – 187 с.
3. Техніка високих напруг: Курс лекцій [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» / КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: В. Б. Абрамов, В. О. Бржезицький, Я. О. Гаран, О. Р. Проценко – Електронні текстові дані (1 файл: 8,95 Мбайт). – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 345 с.
4. Методичні вказівки до лабораторних робіт з курсу "Техніка і електрофізика високих напруг" / Гуль В.І., Ізмайлов О.І. - Харків: НТУ "ХПГ", 2002. - 64 с.
5. *Бржезицький В. О., Проценко О. Р., Лапоша М. Ю.* Вимірювання високих напруг і великих струмів: навчальний посібник для студентів спеціальності «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» спеціалізації «Техніка та електрофізика високих напруг». – К.: НТУУ «КПІ», 2016. – 133 с.

Додаткова література:

1. *В.В. Радченко* Техніка високих напруг на електростанціях: навчально-методичний посібник. – Запоріжжя: ЗДІА, 2016. - 132 с.
2. *О.І. Акімов, Сушко Д.Л.* Техніка високих напруг. Ізоляція та перенапруги в пристроях електропостачання і електричної тяги залізничного транспорту: навчальний посібник. – Харків: УкрДАЗТ, 2009. – 217 с.
3. *Шутенко О. В., Кулик О. С., Пономаренко С. Г.* Порівняльний аналіз діючих стандартів і методик з інтерпретації результатів АРГ: навчально-методичний посібник для виконання індивідуальних розрахунково-графічних завдань. – Харків : Друкарня Мадрид, 2021. – 126 с.

Система оцінювання

Критерії оцінювання успішності студента та розподіл балів

100 балів підсумкової оцінки складають результати оцінювання:

Екзамен: письмове завдання (2 запитання з теорії і розв'язання задачі) та усна доповідь – 20 балів.

Поточне оцінювання

- лабораторні роботи: усний захист та письмовий звіт з інтерпретацією результатів – 30 балів (6 балів × 5 робіт);
- контрольні роботи: тестові запитання з теорії і розв'язання задачі – 20 балів (10 балів × 2 роботи);
- розрахункове завдання: усний захист та письмовий звіт з результатами обчислень – 20 балів;
- самостійне вивчення матеріалу – 10 балів.

Шкала оцінювання

Сума балів	Національна оцінка	ЕСТ
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

Здобувач ВО 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
31 серпня 2023 р

ПІДПИС

Завідувач кафедри
Сергій ШЕВЧЕНКО

ПІДПИС

Гарант ОП
Галина ОМЕЛЯНЕНКО