

Вінницький національний технічний університет
Кафедра електричних станцій та систем
Факультет електроенергетики та електромеханіки

ЕКСПЛУАТАЦІЯ МІСЬКИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ

**Вибірковий
Професійний**

II (магістерський) рівень вищої освіти

Галузь знань **14 – Електрична інженерія**

Спеціальність **141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка**

Освітня програма: **Електричні системи і мережі**

Викладач: **Нетребський В. В.**

Мова викладання: **українська**

Семестр – 2 (денна ф.н), 3 (заочна ф.н.)

Кредитів ЕКТС - **5**

Лекцій – **27 год.**

Практичних – **27 год.**

Самостійна робота – **96 год.**

Вид контролю: **диференційний залік**

Передумови для вивчення дисципліни: Дисципліна «Експлуатація міських електричних мереж» базується на вивченні завдань технічної експлуатації та обслуговування обладнання електроенергетичних систем. Ця дисципліна безпосередньо пов'язана і доповнює такі базові дисципліни, як «Електрична частина станцій та підстанцій», «Електричні системи та мережі», «Електричні машини», «Електричні апарати», «Електроощадні технології в електроенергетичних системах», «Моделі оптимального розвитку електричних систем і мереж».

Метою викладання навчальної дисципліни «Експлуатація міських електричних мереж» є: формування теоретичних знань та практичних навиків для їх творчого використання в практичній діяльності по забезпеченню надійного функціонування системи передачі, розподілу та споживання якісної електричної енергії.

Компетентності, якими повинен оволодіти здобувач в результаті вивчення дисципліни

Вивчення навчальної дисципліни передбачає формування та розвиток у студентів компетентностей:

Інтегральної: Здатність розв'язувати складні проблеми і задачі під час професійної діяльності у галузі електроенергетики, електротехніки та електромеханіки або у процесі навчання, що передбачає проведення досліджень та/або здійснення інновацій та характеризується невизначеністю умов і вимог.

Загальних:

ЗК04. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях та продовжувати навчання з високим ступенем автономії.

ЗК06. Здатність приймати обґрунтовані рішення, застосовувати кращі практики у професійній діяльності.

ЗК07. Здатність вчитися та оволодівати сучасними знаннями, нести відповідальність за внесок до професійних знань і практики та/або оцінювання результатів діяльності команд та колективів..

Спеціальних (фахових):

СК2. Здатність застосовувати існуючі та розробляти нові методи, методики, технології та процедури для вирішення інженерних завдань електроенергетики та електротехніки.

СК04. Здатність розробляти та впроваджувати заходи з підвищення надійності, ефективності та безпеки при проектуванні та експлуатації обладнання та об'єктів електроенергетики.

СК12. 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 систем.

СК13. Здатність демонструвати обізнаність та вміння використовувати нормативно-правові акти, норми, правила й стандарти в електроенергетиці.

СК18. Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з диспетчеризацією та оптимальним керуванням системами виробництва, передачі та розподілення електричної енергії.

Програмні результати вивчення дисципліни

РН01. Знаходити варіанти підвищення енергоефективності та надійності електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного обладнання й відповідних комплексів і систем.

РН04. Окреслювати план заходів з підвищення надійності, безпеки експлуатації та продовження ресурсу електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного обладнання і відповідних комплексів і систем.

РН05. Аналізувати процеси в електроенергетичному, електротехнічному та електромеханічному обладнанні і відповідних комплексах і системах.

РН22. Демонструвати розуміння нормативно-правових актів, норм, правил та стандартів в області електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

РН27. Виявити основні чинники та технічні проблеми, що можуть заважати впровадженню сучасних методів керування електроенергетичними, електротехнічними та електромеханічними системами.

1. Опис навчальної дисципліни

| Найменування показників | Галузь знань, спеціальність, освітні програми, рівень вищої освіти | Характеристика навчальної дисципліни | |
|---|---|--------------------------------------|-----------------------|
| | | денна форма навчання | заочна форма навчання |
| Кількість кредитів – 5 | Галузь знань 14 Електрична інженерія | Вибіркова професійна | |
| Модулів – 2 | Спеціальність 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка освітня програма: Електричні системи і мережі | Рік підготовки (курс): | |
| Змістових модулів – 2 | | 1 | 2 |
| Індивідуальне науково-дослідне завдання — контрольна робота для студентів заочної форми навчання, реферати з окремих тем курсу та доповіді на щорічну науково-теоретичну конференцію викладачів, співробітників та студентів ВНТУ | | Семестр | |
| Загальна кількість годин - 150 | | 2-й | 3-й |
| Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 3,0 самостійної роботи студента – 5,3 | | Лекції | |
| | 27 год. | 10 год. | |
| | Практичні, семінарські | | |
| | 27 | 5 | |
| | Лабораторні | | |
| | - | - | |
| | Курсовий проект | | |
| | - | - | |
| Самостійна робота | | | |
| 96 год. | 135 год. | | |
| Вид контролю: диф. залік | | | |

2. Програма навчальної дисципліни

Інформаційний обсяг навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1: Конструкції кабельних ліній електропередач.

Тема 1. Конструкція силових кабелів. Струмоведачі жили кабелю: матеріали, з якого вони виготовляються та конструкційне виконання. Вибір величини поперечного розрізу. Ізоляція силових кабелів. Умови роботи. Матеріали, які застосовуються для виготовлення ізоляції та їх характеристики. Норми товщини ізоляції. Методи підвищення електричної міцності. Електромагнітні екрани:

металеві стрічкові, гнучкі дротяні. Оболонки кабелів: алюмінієві, свинцеві, ПВХ пластикату, поліетиленові, гумові. Норми товщини. Захисні покриття кабелів: подушка, броня, волокнисті та пластикові захисні покриття. Характеристики та марки кабелів з паперовою просоченою, пластмасовою та гумовою ізоляцією. Номенклатура. Технічні вимоги до вибору та застосуванню силових кабелів. Особливості конструкцій силових кабелів. Особливості конструкцій силових кабелів напругою 110-500 кВ..

Тема 2 Проектування кабельних ліній. Технічна документація проекту кабельної лінії. Робочий варіант та пояснювальна записка. Специфікація необхідного кабелю та матеріалів. Армування кабельних ліній. З'єднувальні, відгалужувальні та кінцеві муфти. Матеріали, з яких виготовляються муфти та вимоги до них. Кінцеві запакування. Маркування муфт та запакувань. Армування силових кабелів 110-500 кВ. Випробування кабелів, транспортування та збереження. Види випробувань. Електричні випробування високою напругою. Вимірювання електричних параметрів кабелів. Контроль якості та стандартизація параметрів кабелів. Будівельна довжина кабелю, упакування, маркування та збереження кабельної продукції.

Змістовий модуль 2: Експлуатація повітряних і кабельних ліній електропередач.

Тема 3. Експлуатація повітряних ліній електропередач (ПЛЕП).

Планування робіт на ПЛЕП; КЛЕП і оформлення документації. Характерні пошкодження ПЛЕП. Огляди ліній: періодичні, позачергові, інженерно-технічні та верхові. Перевірка відстані від проводів (тросів) до поверхні землі, різних об'єктів, вимірювання стріли провисання проводу. Перевірка положення опор ПЛЕП. Перевірка антикорозійного покриття металевих опор і підножників. Перевірка ступеню загнивання деревини опор. Аналіз тріщин та сколів залізобетонних опор. Перевірка стану лінійної ізоляції та армування. Перевірка заземлюючих пристроїв опор, трубчатих розрядників, захисних проміжків. Контактні зажими та з'єднувачі. Аварійно-відновлювальні роботи на лініях. Технічні вимоги, допуски і норми відбракування елементів ПЛЕП. Нагляд за ожеледдю на лініях. Схеми плавлення ожеледі, технічні засоби та визначення допустимих струмів. Охорона ПЛЕП. Відновлення позначень, попереджувальних плакатів і сигнальних знаків. Технологічні карти на поточний та капітальні ремонти. Аналіз і узагальнення досвіду експлуатації. Приймання ПЛЕП в експлуатацію після ремонту. Технічний нагляд за ПЛЕП в період будівництва та приймання її в експлуатацію.

Тема 4. Експлуатація кабельних ліній (КЛ).

Нагляд за станом трас кабельних ліній, кабельних споруд і кабельних ліній. Нагляд за роботами, які виконуються на трасах кабельних ліній. Контроль за станом металевих оболонок кабелів і заходи по запобіганню їх руйнування. Вимірювання блукаючих струмів. Заходи по їх попередженню. Випробування КЛЕП підвищеною напругою. Визначення місця пошкодження на кабельних лініях, методи та устаткування. Характеристика методів визначення місця пошкодження. Навантаження кабельних ліній. Контроль за станом температур кабелю. Визначення температури кабелю експериментальним шляхом. Коригування довгострокових допустимих струмових навантажень в умовах експлуатації. Поточний та

капітальний ремонт кабельних ліній. Технічний нагляд за КЛ в період будівництва та приймання її в експлуатацію.

Тема 5. Експлуатація підстанцій.

Організація експлуатації основного устаткування підстанцій. Планування робіт і оформлення документації. Основні види аварійних та експлуатаційних пошкоджень устаткування підстанцій. Контроль стану ізоляції. Методи випробування ізоляції. Допустимі температури нагрівання та перегрівання струмоведучих частин електроустаткування. Контроль нагрівання електричного устаткування. Контроль за станом струмоведучих частин та контактних з'єднань і ліквідація виявлених недоліків. Контроль стану силових трансформаторів і підтримування економічних режимів їх роботи. Нагляд за трансформаторами. Профілактичні випробування трансформаторів. Характеристика і експлуатація відкритих і закритих розподільчих пристроїв. Експлуатація масляних і повітряних вимикачів, експлуатація відокремлювачів, роз'єднувачів. Експлуатація вимірювальних трансформаторів, реакторів, запобіжників, розрядників та ошиновки. Експлуатація джерел і мереж постійного струму. Експлуатація заземлюючих пристроїв. Огляди та випробування заземлюючих пристроїв. Експлуатація засобів зв'язку, телеуправління і телевимірювань. Оперативні перемикання комутаційними апаратами. Основні вимоги техніки безпеки при виконанні перемикань та виконанні робіт по технічному нагляду і ремонту устаткування підстанцій.

Теми практичних занять

| № з/п | Назва теми |
|-------|--|
| 1 | Вибір величини поперечного розрізу. Схема заміщення кабельної лінії. Ємність кабелю. Визначення товщини ізоляції. |
| 2 | Технічна документація проекту кабельної лінії. Робочий варіант та пояснювальна записка. |
| 3 | Розрахунок надійності повітряних і кабельних ліній електропередач та електричної мережі в цілому. |
| 4 | Розрахунок габаритних відстаней від проводу до землі та інженерних споруд при різних кліматичних умовах (ожеледь, вітер, максимальна температура). |
| 5 | Розрахунок допустимих температур кабельних ліній електропередач в умовах експлуатації. |

Самостійна робота

| № з/п | Назва теми |
|-------|---|
| 1 | Захисні покриття кабелів: подушка, броня, волокнисті та пластикові захисні покриття. Характеристики та марки кабелів з паперовою просоченою, пластмасовою та гумовою ізоляцією. Номенклатура. |

| | |
|---|--|
| | Технічні вимоги до вибору та застосуванню силових кабелів. Особливості конструкцій силових кабелів. Особливості конструкцій силових кабелів напругою 110-500 кВ. |
| 2 | Види випробувань. Електричні випробування високою напругою. Вимірювання електричних параметрів кабелів. Контроль якості та стандартизація параметрів кабелів. Будівельна довжина кабелю, упакування, маркування та збереження кабельної продукції. |
| 3 | Перевірка антикорозійного покриття металевих опор і підножників. Перевірка ступеню загнивання деревини опор. Перевірка заземлюючих пристроїв опор, трубчатих розрядників, захисних проміжків. Контактні зажими та з'єднувачі. Аварійно-відновлювальні роботи на лініях. Технічні вимоги, допуски і норми відбракування елементів ПЛЕП. Нагляд за ожеледдю на лініях. Відновлення позначень, попереджувальних плакатів і сигнальних знаків. |
| 4 | Вимірювання блукаючих струмів. Заходи по їх попередженню. Навантаження кабельних ліній. Контроль за станом температур кабелю. Визначення температури кабелю експериментальним шляхом. |
| 5 | Планування робіт і оформлення документації. Контроль нагрівання електричного устаткування. Контроль за станом струмоведучих частин та контактних з'єднань і ліквідація виявлених недоліків. Нагляд за трансформаторами. Характеристика і експлуатація відкритих і закритих розподільчих пристроїв. Експлуатація заземлюючих пристроїв. Експлуатація джерел і мереж постійного струму. Огляди та випробування заземлюючих пристроїв. Експлуатація засобів зв'язку, телеуправління і телевимірювань. |

Індивідуальні завдання

За рішенням кафедри студенти готують реферати, есе з окремих тем дисципліни та доповіді на щорічну науково-теоретичну підрозділів ВНТУ.

Методи навчання

Основними методами навчання є: лекція-візуалізація; розповідь-пояснення; інструктаж; ілюстрування; демонстрація, зокрема, з використанням мультимедійних засобів навчання; усне опитування; тестування; навчальна дискусія; бесіда-діалог; групова робота; доповідь за темами, які відведені на самостійне вивчення; рішення практичних завдань; консультації; самостійна робота вдома; індивідуальні завдання (реферати, есе тощо), підготовка доповідей науково-дослідного характеру, зокрема, на щорічну науково-технічну конференцію підрозділів ВНТУ.

Методи контролю

Поточний контроль, який здійснюється у формі фронтального, індивідуального чи комбінованого контролю знань студентів під час лекційного та практичного заняття, тестування, колоквиумів, захисту реферату (для студентів заочної форми навчання), диф. заліку. Диф. залік може проводитись за допомогою усного опитування та/або тестів.

Розподіл балів, які отримують студенти

| Поточне тестування та самостійна робота | | | | | | | |
|---|----|--------------------|----|----|------------------|------|-------|
| Змістовий модуль 1 | | Змістовий модуль 2 | | | | Сума | |
| T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | Підсумковий тест | 100 | |
| 50 балів | | 25 балів | | | 25 балів | | балів |

T1÷T5 – теми розділів, що входять в змістові модулі 1,2.

Таблиця 2 – Оцінювання знань, умінь та навичок студентів з окремих видів роботи та в цілому по модулях (в балах)

| Вид роботи | Модуль | | Разом |
|---|--------|----|-------|
| | 1 | 2 | |
| 1. Практичні заняття (1 тема – 5 балів) | 15 | 10 | 25 |
| 2. Контрольна робота | 10 | - | 10 |
| 3. Реферат | 5 | 5 | 10 |
| 4. Колоквіум | 20 | 10 | 30 |
| 5. Вирішення тестових завдань | | 25 | 25 |
| Всього | 50 | 50 | 100 |

Методичне забезпечення

1. Робоча програма дисципліни «Експлуатація міських електричних мереж».
2. Конспект лекцій.
3. Комплект завдань до контрольних робіт.
4. Комплект питань на колоквіуми.
5. Тести поточного контролю знань.
6. Методичні вказівки до практичних занять
7. Комплект білетів до заліку.

Політика курсу

Здобувачі та викладачі повинні дотримуватися норм забезпечення честі, гідності, взаємної поваги і довіри, рівноправності та толерантності усіх учасників освітнього процесу шляхом дотримання принципів академічної доброчесності, викладених у **«Положенні про академічну доброчесність у ВНТУ»**.

З метою запобігання та виявлення плагіату у навчальних роботах, розвитку навичок коректної роботи із джерелами інформації та впровадження практики належного цитування, дотримання вимог наукової етики та поваги до інтелектуальних надбань та активізація самостійності й індивідуальності при створенні авторського твору і відповідальності за порушення загальноприйнятих правил цитування слід дотримуватись норм **«Положення про запобігання академічному плагіату та порядок його виявлення у навчальних, наукових, кваліфікаційних та науково-методичних роботах у ВНТУ»**.

З метою визнання результатів навчання здобутих під час неформальної та/або інформальної освіти (що здобувалася за освітніми програмами та не передбачала присудження визнаних державою освітніх кваліфікацій за рівнями освіти, але могла завершуватися присвоєнням професійних та/або присудженням часткових освітніх кваліфікацій, а також освіти, яка здійснювалася у порядку самоосвіти), здобувачі можуть скористатися відповідними процедурами, наведеними у **«Положення про порядок визнання результатів навчання, здобутих шляхом неформальної та/або інформальної освіти у ВНТУ»**.

Здобувачі мають право оскаржити результати проміжних та підсумкових контрольних заходів, але на лише на підставі аргументованих пояснень, відповідно до **«Порядку організації та проведення заліків, диференційованих заліків, екзаменів у ВНТУ»**, а також безпосередньо звернувшись до освітнього омбудсмена, згідно **«Положення про освітнього омбудсмена з прав студентів ВНТУ»**.

З метою вирішення конфліктних ситуацій, що можуть виникнути у здобувачів із іншими учасниками освітнього процесу та/або недопущення виникнення конфліктних ситуацій слід бути обізнаним у нормах **«Кодексу етики ВНТУ»**.

Здобувачі ВНТУ мають керуватися принципом «нульової толерантності» до будь-яких проявів корупції і повинні вживати всіх передбачених законодавством заходів щодо запобігання, виявлення та протидії корупції і пов'язаним з нею діям (практикам), відповідно до **«Антикорупційної програми ВНТУ»**.

Наведені документи оприлюднені на сайті ВНТУ: <https://vntu.edu.ua/uk/public-info/zag.html>.

Рекомендована література

1. Посібник з вивчення Правил технічної експлуатації електричних станцій і мереж. Електротехнічне устаткування електричних станцій та мереж, оперативно-диспетчерське керування / Баженов О. Г., Бойко В. О. Браєрський В. М. та ін., за заг. ред. Удод Є. І. К.: ДП НТУКЦ «Аселенерго», 2004. 800 с.
2. Технічна експлуатація електричних станцій і мереж. Правила. / Під ред. Удод Є.І. - К.: ДП НТУКЦ «АсЕлЕнерго», 2003. – 597 с.
3. Монтаж, наладка і експлуатація електрообладнання. Конспект лекцій / Авт.

А.В. Хитров – Харків: ХНАМГ, 2009. – 328.

4. Кабельні та повітряні лінії електропередачі / Авт. В.М. Гаряжа, Є.Д. Дьяков – Харків: ХНУМГ і Бекетова., 2018. – 57.

5. Лагутін В.М., Зелінський В. Ц., Бурикін О. Б. Випробування електричних машин і трансформаторів в електроенергетичних системах: навчальний посібник. Вінниця: ВНТУ, 2008. 114 с.

6. Посібник для оперативних працівників електроенергетики / Цимбалюк А.У., Денисевич К.Б., Тихенко В.І. – Х. :Видавництво «Індустрія», 2008, 160 с.

7. Міські інженерні мережі та споруди : навчальний посібник / В. О. Орлов, В. О. Шадура, В. Л. Філіпчук. Рівне : НУВГП, 2011. 206 с.

8. Ахромкін А.О. Сучасні характеристики електричних мереж України: регіональний аспект // А.О. Ахромкін / Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля. – № 6 (223). – 2015.

Додаткова література

1. ГКД 34.20.507-2003. Технічна експлуатація електричних станцій і мереж. Правила.

2. Правила безпечної експлуатації електроустановок: НПАОП 40.1-1.01-97: Затв. 06.10.1997 № 257/Держ. Комітет України по нагляду за охороною праці. Х.: Вид-во «Форт», 2008. 144 с.

3. Зайцев, Е., & Кучанський, В. (2020). Моніторинг повітряних ліній електропередавання сучасними технічними засобами аерозйомки. Матеріали конференцій МЦНД, 83-86. <https://doi.org/10.36074/07.08.2020.v1.07>

4. Інтелектуальні електричні мережі: елементи та режими [Текст] / Базюк Т.М., Блінов І.В., Буткевич О.Ф., Гончаренко І.С., Денисюк С.П. та ін.; За заг. ред. акад. НАН України О.В. Кириленка / Інститут електродинаміки НАН України. – К.: Ін-т електродинаміки НАН України, 2016. – 400 с.

5. Циганенко Б. В. Ефективність роботи розподільних електричних мереж при підвищенні їх класу напруги : 05.14.02 / Циганенко Борис Володимирович – Київ, 2017. – 271 с.

6. Правила улаштування електроустановок. Видання офіційне. Міненерговугілля України. Х.: Видавництво «Форт», 2017. 760 с.

7. СОУ-Н ЕЕ 46.501:2006 Діагностика маслонаповненого трансформаторного обладнання за результатами хроматографічного аналізу вільних газів, відібраних із газового реле, і газів, розчинених у ізоляційному маслі. Методичні вказівки.

8. СОУ-Н ЕЕ 20.577:2007 Технічне діагностування електрообладнання та контактних з'єднань електроустановок і повітряних ліній електропередачі засобами інфрачервоної техніки. Методичні вказівки.

9. Законодавство України: [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/>