

Білоцерківський національний аграрний університет
Агробіотехнологічний факультет
Кафедра електроенергетики, електротехніки та електромеханіки

	СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ «ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНІ СИСТЕМИ ТА МЕРЕЖІ» Галузь знань – 14 «Електрична інженерія» Спеціальність – 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» Освітня програма – «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»
Рівень вищої освіти	перший (бакалаврський)
Компонент освітньої програми:	Обов'язковий
Кількість кредитів ECTS /загальна кількість годин	5 кредитів /150 годин
Семестр	5
Форма контролю	Залік
Мова викладання	українська
Профайл викладачів 	Трегуб Микола Іларіонович Посада: професор кафедри електроенергетики, електротехніки та електромеханіки Науковий ступінь: доктор технічних наук Робоче місце: навчальний корпус № 3 (пл. Соборна, 8/1), 137 ауд. (кафедри електроенергетики, електротехніки та електромеханіки). E-mail: tregyb.m.i@gmail.com Зв'язок з викладачем: відповідно до графіку консультацій; +380962026865
Опис дисципліни	На вивчення дисципліни «Електроенергетичні системи та мережі» для денної форми навчання виділено всього 150 академічних годин (5 кредити ECTS), у т .ч. аудиторних — 70 години (лекції — 28, практичні заняття — 42), самостійна робота студентів — 80 годин.
Передумови для вивчення	Обов'язковий освітній компонент «Електроенергетичні системи та мережі» базується на знаннях таких дисциплін, як «Електричні машини та апарати», «Теоретичні основи електротехніки», «Теплотехніка та

дисципліни	теплоенергетичні установки», «Інженерна механіка», які вивчаються на 1-му і 2-му курсах.
Мета вивчення дисципліни	Метою вивчення дисципліни « Електроенергетичні системи та мережі » є отримання бакалаврами в галузі електричної інженерії базових знань та набуття умінь і навичок застосування основних джерел електроживлення, встановлення взаємозв'язків комплексу автономного і централізованого електропостачання, обґрунтування використання комбінованих енергосистем з відновлюваними енергоджерелами, використання схем автоматичного резервування навантажень, методик вибору та узгодження параметрів енергоджерел з навантаженням, вивченню конструктивних особливостей систем електроживлення. Все це дає змогу підготувати майбутніх фахівців до діяльності в електроенергетичних службах підприємств, енергопроектних установах в умовах формування та розвитку сучасного енергоринку України».
Формат дисципліни	Для денної форми навчання дисципліна викладається в очному форматі, із застосуванням мультимедійних засобів. За необхідності (інклюзивне навчання, дистанційна освіта тощо), використання платформи Moodle, ZOOM. Формат проведення дисципліни є змішаним: поєднання традиційних форм навчання з елементами дистанційного навчання.
Компетентност і відповідно до Стандарту вищої освіти	Загальні компетентності ЗК02. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях. ЗК06. Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми. Спеціальні компетентності СК03. 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. СК04. Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з проблемами метрології, електричних вимірювань, роботою пристроїв автоматичного керування, релейного захисту та автоматики. СК06. Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з проблемами виробництва, передачі та розподілення електричної енергії.
Програмні результати навчання відповідно до Стандарту вищої освіти	ПРН05. Знати основи теорії електромагнітного поля, методи розрахунку електричних кіл та уміти використовувати їх для вирішення практичних проблем у професійній діяльності. ПРН07. Здійснювати аналіз процесів в електроенергетичному, електротехнічному та електромеханічному обладнанні, відповідних комплексах і системах. ПРН08. Обирати і застосовувати придатні методи для аналізу і синтезу електромеханічних та електроенергетичних систем із заданими показниками. ПРН17. Розв'язувати складні спеціалізовані задачі з проектування і технічного обслуговування електромеханічних систем, електроустаткування електричних станцій, підстанцій, систем та мереж. ПРН19. Застосовувати придатні емпіричні і теоретичні методи для зменшення втрат електричної енергії при її виробництві, транспортуванні, розподіленні та використанні.
Структура курсу	Змістовий модуль I <u>Електроенергетичні системи і мережі та методи розрахунків їх режимів</u> Тема 1.1. <u>Основні поняття і визначення електроенергетичних систем і мереж.</u> Перспективи розвитку електроенергетики. Основні поняття і

визначення. Поняття про номінальні напруги. Особливості джерел генерації. Спрощена технологічна схема теплової електростанції. Структурна схема електроенергетичної системи. Схема електричної системи.

Тема 1.2. Електричні навантаження та електроприймачі. Визначення навантаження підстанцій. Характеристики основних електроприймачів. Вимоги до надійності електропостачання. Графіки навантаження електроприймачів. Класифікація електричних мереж за призначенням, напругою та потужністю.

Тема 1.3. Заступні схеми та математичні моделі електроенергетичних систем, електроенергетичних ліній та мереж. Активний опір ліній. Індуктивний опір ліній. Ємнісний опір. Заступні схеми та параметри трансформаторів і автотрансформаторів.

Тема 1.4. Втрати електричної потужності та енергії. Розрахунок втрат потужності в лініях електропередач. Розрахунок втрат потужності в ЛЕП з рівномірно розподіленим навантаженням. Розрахунок втрат потужності в трансформаторах. Зведені та розрахункові навантаження споживачів. Етапи спрощення розрахункової схеми. Розрахунок втрат електроенергії. Заходи щодо зниження втрат потужності.

Тема 1.5. Векторні діаграми ліній електропередач. Векторна діаграма ЛЕП 35 кВ з одним навантаженням. Падіння та втрата напруги. Векторна діаграма ЛЕП 35 кВ з декількома навантаженнями. Векторна діаграма ЛЕП 110 кВ з одним навантаженням.

Тема 1.6. Розрахунки режимів електричних мереж. Метод розрахунку режиму при заданій напрузі в кінці ЛЕП. Розрахунок режиму при заданій напрузі на початку ЛЕП. Розрахунок мереж різних номінальних напруг.

Тема 1.7. Розрахунок місцевих мереж за втратою напруги. Відхилення й коливання напруги. Допущення, покладені в основу розрахунку мереж. Визначення найбільшої втрати напруги. Окремі випадки розрахунку місцевих мереж.

Тема 1.8. Розрахунки режимів простих замкнених мереж. Розрахунок ліній з двостороннім живленням. Окремі випадки розрахунків простих замкнених мереж.

*Змістовий модуль 2. **Моделювання та розрахунки режимів.***

Основи регулювання режимів електричних мереж

Тема 2.1. Неоднорідні мережі та економічність їх роботи. Природний і економічний розподіл потужності в замкнених мережах. Однорідна мережа. Шляхи зниження негативного впливу неоднорідності замкнених мереж. Налаштування мережі при використанні пристрою поздовжньої компенсації. Використання спеціальної додаткової апаратури для налаштування мережі.

Тема 2.2. Методи налаштування мережі. Компенсація зрівняльної потужності. Розмикання контурів мережі. Поздовжня компенсація. Поперечна компенсація. Вольтододаткові апарати.

Тема 2.3. Математичне моделювання режимів роботи електричних систем. Лінійні рівняння вузлових напруг. Матриця вузлових провідностей. Методи розв'язання лінійних рівнянь вузлових напруг.

Тема 2.4. Основи керування режимами електричних мереж та систем. Регулювання активної та реактивної потужностей. Показники якості електричної енергії та методи їх забезпечення.

	<p>Тема 2.5. <u>Регулювання напруги. Метод зустрічного регулювання.</u> Регулювання напруги в центрах живлення. Стабілізація напруги. Метод зустрічного регулювання. Регулювання напруги на електростанціях.</p> <p>Тема 2.6. <u>Регулювання активної потужності та частоти в електричних системах.</u> Баланс активної потужності електричної системи. Розподіл активних потужностей між джерелами генерації. Методи регулювання частоти.</p> <p>Тема 2.7. <u>Основи векторного регулювання режимів енергосистем. WAMS та PMU.</u> Оперативна оцінка режиму енергосистеми. Система моніторингу WAMS та перетворювачі PMU. Інтелектуальні електричні мережі.</p>
<p>Методи навчання</p>	<p>Методи навчання ґрунтуються на принципах студентоцентризму та індивідуально-особистісного підходу; реалізуються через навчання на основі досліджень, посилення творчої спрямованості у формі комбінації лекцій, практичних занять, самостійної роботи з використанням елементів дистанційного навчання, в тому числі в системі Moodle.</p> <p>Під час лекційного курсу застосовуються слайдові презентації у програмі Microsoft Office Power Point, роздатковий матеріал. Широко використовується метод проблемного викладення, дискусійне обговорення проблемних питань.</p> <p>Практичні заняття проводяться у вигляді практикумів з виконанням індивідуальних та групових завдань. Застосування цих форм і методів дає можливість значно активізувати навчальний процес з дисципліни, систематизувати і поглибити знання, уміння та навички у здобувачів.</p> <p>Лабораторні роботи проводяться у форми навчального заняття, за якої студент під керівництвом викладача проводить імітаційні експерименти чи досліди з метою підтвердження окремих теоретичних положень та набуває практичних навичок роботи з лабораторним устаткуванням, обладнанням, обчислювальною технікою, вимірювальною апаратурою, методикою експериментальних досліджень.</p> <p>У разі дистанційного і змішаного навчання використовуються навчальна платформа Moodle Білоцерківського НАУ, онлайн-платформи: ZOOM, , електронна пошта, мобільні додатки Viber.</p>
<p>Політика</p>	<p>Політика щодо академічної доброчесності: очікується, що письмові роботи студентів будуть їх оригінальними дослідженнями чи міркуваннями. Виявлення ознак недоброчесної письмової роботи студента (списування, відсутність посилань на використані джерела, фабрикація, фальсифікація, обман) є підставою для її не зарахування викладачем.</p> <p>Політика щодо відвідування занять: очікується, що студенти відвідають усі лекції, практичні і лабораторні заняття курсу. Студенти мають інформувати викладача про неможливість відвідати заняття. Відпрацювання пропущених занять згідно графіку консультацій викладача. За об'єктивних причин навчання може відбуватись в онлайн режимі.</p> <p>Політика щодо дедлайну і перескладання: студенти мають дотримуватися термінів виконання усіх видів робіт.</p> <p>Політика щодо виконання завдань: позитивно оцінюється відповідальність, старанність, креативність.</p> <p>Політика оцінювання: засоби та критерії оцінювання прописані в робочій програмі дисципліни, розміщеної на платформі E</p>
<p>Рекомендовані джерела</p>	<p>Основна</p> <p>1. Климova P. H. Електроенергетичні системи та мережі.</p>

інформації

Енергозбереження / Р. Н. Климова. – Мелітополь. 2020-43бс.

2. Надійність електроенергетичних систем і електричних мереж: підручник / А. В. Журахівський, С. В. Казанський, Ю. П. Матеєнко, О. Р. Пастух. – Київ. :КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2017. – 456 с. – Бібліогр. :с. 450-452.

3. Сегеда М.С. Електричні мережі та системи. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2015.- 540 с.

https://stud.com.ua/85704/prirodoznavstvo/elektroenergetichni_sistemi_ta_merezhi_energozberezhennya

4. Електроенергетика України. Структура, керування, інновації : монографія / І. В. Хоменко, О. А. Плахтій, В. П. Нерубацький, І. В. Стасюк. – Харків: НТУ «ХПІ», ТОВ «Планета-Прінт», 2020. – 132 с.

<http://lib.kart.edu.ua/bitstream/123456789/4892/1/%D0%9C%D0%BE%D0%BD%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D1%84%D1%96%D1%8F.pdf>

5. Трегуб М.І., Чуба В.В. Методичні вказівки до виконання практичних занять та самостійної роботи з дисципліни "Електроенергетичні системи та мережі" для студентів ОР «Бакалавр» за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», Біла Церква, 2022. - 46 с.

6. Bernd M. Buchholz, Zbigniew Styczynski. Smart Grids – Fundamentals and Technologies in Electricity Networks. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2014, 396 p.

7. Сулейманов В.М., Кацадзе Т.Л. Електричні мережі та системи. НТТУ «КПІ».-2008.

8. Кирик В.В. Електричні мережі та системи. Навчальн. посібн. Київ, «Політехніка». –2014

https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/19121/1/POSS_EMS2014%20-kyryk.pdf

9. Електричні системи та мережі. Методичні вказівки до виконання курсового проектування районної електричної мережі для студентів спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка». /Укл.: А.П. Свіридов, Т.В. Величко – Кропивницький: ЦНТУ, 2019. – 80 с.

http://dspace.kntu.kr.ua/jspui/bitstream/123456789/8771/1/ESM_CW.pdf

10. European Smart Grids Technology Platform. European Commission. Directorate-General for Research Sustainable Energy System. EUR 22040, 2006. 44 p.

<https://www.edsoforsmartgrids.eu/policy/eu-steering-initiatives/smart-grids-european-technology-platform/>

1.1.1

1.1.2

1.1.3 Допоміжна

1. Електричні системи та мережі : конспект лекцій / укладачі: І. Л. Лебединський, В. І. Романовський, Т. М. Загородня. – Суми : Сумський державний університет, 2018. – 214 с.

2. Малогулко Ю.В., Бурикін О.Б., Кацадзе Т.Л., Нетребський В.В. за ред. Лежнюка П.Д. Електричні системи і мережі. Частина 1: Навчальний посібник – Вінниця: ВНТУ, 2020.-206

3. Зорін В.В., Штогрин Є.А., Буйний Р.О. Електричні мережі та системи. Ніжин. Аспект-Поліграф. 2011.- 248 с.

4. Справочник по проектированию электрических сетей / Под ред. Д.Л. Файбисовича . -М.: Издательство НЦ ЭНАС. 2006.

5. Романюк Ю. Ф. Електричні системи та мережі /Ю. Ф. Романюк. – Київ : Знання, 2007. – 292 с

6. А.А. Малиновський Основи електропостачання: навч. посібник / Малиновський А.А., Хохулін Б.К. – Львів: Львівська політехніка, 2005. – 324 с