



Силабус дисципліни «ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ В СИСТЕМАХ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ПІДПРИЄМСТВ»

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)
 Ступінь вищої освіти – бакалавр
 Спеціальність – 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»
 Освітньо-професійна програма: «Енергетичний аудит»

Кількість кредитів ECTS: 5
 Рік навчання: 4, Семестр: 7
 Мова викладання: українська
 Керівник курсу: к. е. н., доцент **Олексій ЯРОЩУК**
 E-mail: o.yaroshchuk@wunu.edu.ua

ОПИС ДИСЦИПЛІНИ

Дисципліна «Енергозбереження в системах електропостачання підприємств» є вибірковою для підготовки здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», галузь знань 14 «Електрична інженерія», освітньо-професійною програмою «Енергетичний аудит».

Мета дисципліни – формування у здобувачів системних знань та практичних умінь із принципів енергоефективності й енергозбереження у системах електропостачання, методів оцінювання та зниження втрат електроенергії, підвищення якості електричної енергії, впровадження сучасних технічних рішень (компенсація реактивної потужності, фільтрація гармонік, енергоефективний електропривод, системи освітлення, АСКОЕ/AMI), а також навичок економічного обґрунтування та управління заходами з енергозбереження відповідно до міжнародних стандартів (ISO 50001, EN 50160, IEEE 519, IPMVP).

СТРУКТУРА КУРСУ

Години (лек. / практ.)	Тема	Результати навчання	Завдання
1	2	3	4
2 / 1	Тема 1. Міжнародні та національні стандарти в галузі енергозбереження	Знати міжнародні (ISO 50001, EN 50160, IEEE 519, IEC 60364) та національні стандарти. Розуміти вимоги до проведення енергоаудиту та KPI енергоменеджменту.	Тести, питання, ділові ситуації
2 / 1	Тема 2. Енергетичний баланс підприємства	Вміти складати енергетичний баланс, визначати питомі витрати електроенергії (SEC), виявляти енерговитратні процеси.	Задачі, кейси,

1	2	3	4
			практичні приклади
2 / 1	Тема 3. Втрати електроенергії у мережах низької та середньої напруги	Знати класифікацію втрат, методи розрахунку у лініях і трансформаторах. Вміти оцінювати та знижувати втрати.	Розрахункові задачі, тести
2 / 1	Тема 4. Енергоефективні електроприводи	Знати класи енергоефективності двигунів (IE2–IE4). Вміти застосовувати VFD та оцінювати економічний ефект модернізації.	Тести, задачі, аналіз прикладів
2 / 1	Тема 5. Енергоощадне освітлення	Знати характеристики LED-технологій. Вміти розраховувати енергоспоживання та економію від впровадження.	Тести, кейси
2 / 1	Тема 6. Компенсація реактивної потужності	Розуміти сутність реактивної потужності. Вміти обґрунтовувати вибір компенсуючих пристроїв (УКРМ, SVC, STATCOM).	Розрахунки, задачі
2 / 1	Тема 7. Якість електроенергії та гармоніки	Знати показники якості (THD, напруга, частота). Вміти оцінювати вплив гармонік і розробляти заходи зі зниження.	Практичні приклади, тести
2 / 1	Тема 8. Автоматизовані системи обліку електроенергії (АСКОЕ/AMI)	Розуміти архітектуру систем. Вміти аналізувати профілі навантаження та визначати пікові навантаження.	Тести, робота з ПЗ
2 / 1	Тема 9. Методи оптимізації графіків енергоспоживання	Вміти застосовувати LP-моделі для оптимізації графіків. Знати тарифні стратегії (TOU, CPP).	Розрахункові задачі, кейси
2 / 1	Тема 10. Demand Response (DR) – системи реагування на попит	Розуміти сутність і типи DR-програм. Вміти оцінювати економічну доцільність їх впровадження.	Тести, аналіз прикладів
2 / 1	Тема 11. Інтеграція відновлюваних джерел енергії та накопичувачів	Знати особливості підключення ВДЕ та ESS. Вміти розраховувати LCOE та LCOS.	Розрахункові задачі, кейси
2 / 1	Тема 12. Техніко-економічне обґрунтування заходів	Вміти застосовувати методи NPV, IRR, DPB. Виконувати сценарний та чутливості аналіз.	Задачі, фінансові кейси

1	2	3	4
2 / 1	Тема 13. Система управління енергоспоживанням (СУЕН) за ISO 50001	Розуміти політику енергоменеджменту. Вміти формувати KPI та план впровадження СУЕН.	Тести, кейс-аналіз
2 / 1	Тема 14. Міжнародні протоколи вимірювання та верифікації (IPMVP)	Знати принципи IPMVP. Вміти будувати базову лінію та план M&V.	Тести, завдання
2 / 1	Тема 15. Комплексна програма енергозбереження підприємства	Вміти формувати комплексні програми енергоефективності, враховувати технічні, економічні та екологічні аспекти.	Проектне завдання, презентація

РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

1. ДСТУ EN 50160:2023 (EN 50160:2022, IDT). Характеристики напруги електропостачання в електричних мережах загальної призначеності. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2023.
2. ДСТУ ISO 50001:2020 (ISO 50001:2018, IDT). Системи енергетичного менеджменту. Вимоги та настанова щодо використання. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2020.
3. Закон України «Про енергоефективність» № 1818-IX від 21.10.2021. Київ: Верховна Рада України, 2021.
4. Маліновський А. А., Хохулін Б. К. Основи електроенергетики та електропостачання: навч. посіб. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2006. 312 с.
5. Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів (НПАОП 40.1-1.21-98). Київ: Держнаглядохоронпраці, 1998.
6. Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів (ПТЕЕС). Наказ Мінпаливенерго України № 258 від 25.07.2006 (із подальшими змінами). Київ, 2006.
7. He C., Yang B., Luo Z., Liu G. Research on a new topology and reactive power compensation application of reinjection multilevel voltage source converter. *Applied Sciences*. 2024. Vol. 14, No. 21. P. 9998. DOI: 10.3390/app14219998.
8. ASHRAE Guideline 14-2014. Measurement of Energy, Demand, and Water Savings. Atlanta: ASHRAE, 2014.
9. Bollen M. H. J. Understanding Power Quality Problems: Voltage Sags and Interruptions. New York: Wiley-IEEE Press, 2000. 544 p.
10. Brown T. International review of demand response mechanisms. AEMC Report. Sydney: Australian Energy Market Commission, 2019.
11. Capehart B. L., Turner W. C., Kennedy W. J. Guide to Energy Management. 8th ed. Gistrup: River Publishers, 2016. 762 p.
12. Directive (EU) 2023/1791 of the European Parliament and of the Council of 13 September 2023 on energy efficiency (recast). *Official Journal of the European Union*. 2023.
13. Dugan R. C., McGranaghan M. F., Santoso S., Beaty H. W. Electrical Power Systems Quality. 3rd ed. New York: McGraw-Hill, 2012. 528 p.
14. EN 50160:2010 + A3:2019. Voltage characteristics of electricity supplied by public distribution networks. Brussels: CENELEC, 2019.
15. EN 50598-2:2014/A1:2016. Ecodesign for power drive systems, motor starters, power electronics and their driven applications — Energy efficiency indicators. Brussels: CENELEC, 2016.

16. EVO 10000-1:2022. Core Concepts. International Performance Measurement and Verification Protocol (IPMVP). Washington, DC: Efficiency Valuation Organization, 2022.
17. Fuchs E. F., Masoum M. A. S. Power Quality in Power Systems and Electrical Machines. 2nd ed. Oxford: Academic Press (Elsevier), 2015. 1072 p.
18. Golmohamadi H., et al. Demand-side management in industrial sector: a review of industrial demand response opportunities. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2022. Vol. 154. Art. 111889. DOI: 10.1016/j.rser.2021.111889.
19. IEC 60034-30-1:2014. Rotating electrical machines — Part 30-1: Efficiency classes of line operated AC motors (IE code). Geneva: IEC, 2014.
20. IEC 60287-1-1:2014. Electric cables — Calculation of the current rating — Part 1-1: Current rating equations (100% load factor) and calculation of losses. Geneva: IEC, 2014.
21. IEC 60364-4-43:2023. Low-voltage electrical installations — Part 4-43: Protection for safety — Protection against overcurrent. Geneva: IEC, 2023.
22. IEC 60364-5-52:2009 + A1:2024. Low-voltage electrical installations — Part 5-52: Selection and erection of electrical equipment — Wiring systems. Geneva: IEC, 2024.
23. IEC 61000-4-30:2015 + AMD1:2021 CSV (Ed. 3.2). Electromagnetic compatibility (EMC) — Part 4-30: Testing and measurement techniques — Power quality measurement methods. Geneva: IEC, 2021.
24. IEC 61800-9-2:2017. Adjustable speed electrical power drive systems — Ecodesign — Energy efficiency indicators for power drive systems and motor starters. Geneva: IEC, 2017.
25. IEC 62056-6-2:2017. Electricity metering data exchange — The DLMS/COSEM suite — Part 6-2: COSEM interface classes. Geneva: IEC, 2017.
26. IEC 62056-8-12:2023. Electricity metering data exchange — The DLMS/COSEM suite — Part 8-12: Communication profile for LPWANs. Geneva: IEC, 2023.
27. IEC 62933-2-1:2017. Electrical energy storage (EES) systems — Part 2-1: Unit parameters and testing methods — General specification. Geneva: IEC, 2017.
28. IEEE Std 519-2014. IEEE Recommended Practice and Requirements for Harmonic Control in Electric Power Systems. New York: IEEE, 2014.
29. ISO 50001:2018. Energy management systems — Requirements with guidance for use. Geneva: International Organization for Standardization, 2018.
30. Lashmar N., et al. Activating electricity system demand response: a practical implementation framework. *Energy Systems*. 2023. DOI: 10.1080/14486563.2023.2242317.
31. Nguyen T. T. An effective reactive power compensation method and a control strategy to reduce power loss in distribution networks. *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*. 2021. Vol. 129. Art. 106835. DOI: 10.1016/j.ijepes.2021.106835.
32. Ranaboldo M., et al. A comprehensive overview of industrial demand response. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2024. Vol. 183. Art. 113527. DOI: 10.1016/j.rser.2023.113527.
33. Roosa S. A., Doty S., Turner W. C. Energy Management Handbook. 9th ed. Gistrup: River Publishers, 2020. 900 p.
34. Siddiquee S. M. S. Progress in Demand Response and its industrial applications. *Frontiers in Energy Research*. 2021. Vol. 9. Art. 673176. DOI: 10.3389/fenrg.2021.673176.

ПОЛІТИКА ОЦІНЮВАННЯ

Політика щодо дедлайнів і перескладання: Для виконання індивідуальних завдань і проведення контрольних заходів встановлюються конкретні терміни. Перескладання модулів відбувається з дозволу дирекції факультету (інституту) за наявності поважних причин (наприклад, лікарняний).

Політика щодо академічної доброчесності: Використання друкованих і електронних джерел інформації під час контрольних заходів та екзаменів заборонено.

Політика щодо відвідування: За об'єктивних причин (наприклад, карантин, воєнний стан, хвороба, закордонне стажування) навчання може відбуватись в онлайн формі за погодженням із керівником

курсу.

Політика щодо визнання результатів навчання

Відповідно до «Положення про визнання в Західноукраїнському національному університеті результатів попереднього навчання» (https://www.wunu.edu.ua/pdf/pologenya/Polozhennya_ruzult_poper_navch.pdf) здобувачам вищої освіти може бути зараховано результати навчання (неформальної/інформальної освіти, академічної мобільності тощо) на підставі підтвердних документів (сертифікати, довідки, документи про підвищення кваліфікації тощо). Рішення про зарахування здобувачу результатів (певного освітнього компонента в цілому, або ж окремого виду навчальної роботи за таким освітнім компонентом) приймається уповноваженою Комісією з визнання результатів навчання за процедурою, визначеною вищезазначеним положенням.

КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ

Підсумковий бал (за 100-бальною шкалою) визначається як середньозважена величина, залежно від питомої ваги кожної складової залікового кредиту:

Модуль 1		Модуль 2	Модуль 3
40 %	40 %	5%	15%
Поточне оцінювання	Модульний контроль	Тренінг	Самостійна робота
Середній бал за результатами поточного оцінювання за всіма темами курсу	Письмова робота за всіма темами курсу: 10 тестів по 3 бали; теоретичне питання - 30 балів; 2 задачі по 20 балів	Середній бал за результатами виконання завдань тренінгу	Середній бал за результатами виконання завдань з самостійної роботи

ШКАЛА ОЦІНЮВАННЯ:

За шкалою Університету	За національною шкалою	За шкалою ECTS
90–100	Відмінно	A (відмінно)
85-89	Добре	B (дуже добре)
75–84		C (добре)
65–74	Задовільно	D (задовільно)
60-64		E (достатньо)
35–59	Незадовільно	FX (незадовільно з можливістю повторного складання)
1–34		F (незадовільно з обов'язковим повторним курсом)