

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

КАФЕДРА ІНЖЕНЕРІЇ ЕНЕРГОСИСТЕМ

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор ННІ енергетики, автоматики
енергетики

_____ Віктор КАПЛУН
“19” червня 2026 р.

СХВАЛЕНО

на засіданні кафедри інженерії
енергосистем

Протокол № 7 від “18” червня 2026 р.
Завідувач кафедри
_____ Євген АНТИПОВ

РОЗГЛЯНУТО

Гарант ОП

«Інжиніринг електроенергетичних
систем з відновлюваними джерелами»
_____ Світлана МАКАРЕВИЧ

**РОБОЧА ПРОГРАМА
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

“УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ”

(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань G «Інженерія, виробництво та будівництво»
Спеціальність G3 – Електрична інженерія
Освітня програма Інжиніринг електроенергетичних систем з відновлюваними джерелами
ННІ енергетики, автоматики і енергозбереження
Розробник: старший викладач кафедри інженерії енергосистем, Л.В. Мартинюк

КИЇВ – 2026 р.

Опис навчальної дисципліни

Навчальна дисципліна присвячена вивченню теоретико-методологічних засад, нормативно-правової бази та інструментарію функціонування сучасних систем управління якістю електроенергії. У межах дисципліни опановуються принципи побудови систем моніторингу якості, а також особливості проведення контролю та оцінки у відповідності до нормативно-правової та законодавчої бази у сфері стандартизації та контролю якості електроенергії (наприклад, ISO 9001, ДСТУ EN 50160, IEC 61000). Значна увага приділяється методології вимірювання, розрахунку та моніторингу основних показників якості, а також застосуванню сучасних контрольно-діагностичних засобів і систем. Проводиться комплексний аналіз факторів погіршення якості, причин виникнення відхилень та розробка інженерно-технічних й організаційних заходів щодо їх усунення та мінімізації втрат.

“УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ”

(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань, спеціальність, освітня програма, освітній ступінь		
Освітній ступінь	Бакалавр	
Спеціальність	G3 Електрична інженерія	
Освітня програма	Інжиніринг електроенергетичних систем з відновлюваними джерелами	
Характеристика навчальної дисципліни		
Вид	Вибіркова	
Загальна кількість годин	180	
Кількість кредитів ЄКТС	6,0	
Кількість змістових модулів	2	
Курсовий проект (робота) (за наявності)	-	
Форма контролю	Екзамен - 7	
Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм здобуття вищої освіти		
	Форма здобуття вищої освіти	
	денна	заочна
Курс (рік підготовки)	4	
Семестр	7	
Лекційні заняття	15 год.	
Практичні, семінарські заняття	- год.	
Лабораторні заняття	30 год.	
Самостійна робота	135 год.	
Індивідуальні завдання	- год.	
Кількість тижневих аудиторних годин для денної форми навчання	3 год.	

1. Мета, завдання, компетентності та програмні результати навчальної дисципліни

Мета навчальної дисципліни полягає у формуванні у здобувачів вищої освіти системних знань про показники якості електричної енергії, їх нормативно-правове регулювання в електричних мережах та системах, а також в отриманні практичних навиків щодо моніторингу, аналізу, нормуванню показників якості електроенергії, які є визначальною умовою надійної та енергоефективної роботи сучасних електроенергетичних систем.

У межах дисципліни розглядаються причини та наслідки погіршення якості електроенергії, основні види завад (відхилення та коливання напруги, несиметрія, несинусоїдальність, вищі гармоніки тощо) та їх вплив на режим роботи електрообладнання. Особлива увага приділяється сучасним засобам моніторингу якості електроенергії, технічним рішенням щодо її нормалізації та оптимізації режимів роботи електроенергетичних систем, у тому числі із залученням відновлюваних джерел енергії. Вивчається нормативна база (зокрема стандарти ДСТУ EN 50160 та Кодекс систем розподілу/передачі), методи вимірювання показників якості електроенергії та оцінка економічних збитків від зниження її якості.

Перелік навчальних дисциплін, які передують вивченню «Управління якістю електроенергії»:

- OK2. Фізика
- OK8. Теоретичні основи електротехніки
- OK10. Метрологія і електричні вимірювання
- OK17. Електростанції з відновлюваними джерелами енергії
- OK18. Електрична частина станцій і підстанцій
- OK19. Електричні мережі та системи з відновлюваними джерелами
- OK20. Основи релейного захисту та автоматики розподільних мереж та систем

Набуття компетентностей:

Інтегральна компетентність (ІК): здатність розв'язувати спеціалізовані задачі та вирішувати практичні проблеми під час професійної діяльності у галузі електроенергетики, електротехніки та електромеханіки або у процесі навчання, що передбачає застосування теорій та методів фізики та інженерних наук і характеризуються комплексністю та невизначеністю умов.

Спеціальні (фахові) компетентності (СК):

СК3. 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.

СК6. Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з проблемами виробництва, передачі та розподілення електричної енергії.

СК12. Здатність оптимального вибору засобів регулювання режимних параметрів регіональних електричних мереж та систем з ВДЕ.

Програмні результати навчання (ПРН):

ПРН1. Знати принципи роботи розподільних регіональних електричних систем та мереж, силового обладнання електричних станцій та підстанцій, пристроїв захисного заземлення та блискавкозахисту та уміти використовувати їх для вирішення практичних проблем у професійній діяльності.

ПРН2. Знати і розуміти теоретичні основи метрології та електричних вимірювань, принципи роботи пристроїв автоматичного керування, релейного захисту та автоматики,

мати навички здійснення відповідних вимірювань і використання зазначених пристроїв для вирішення професійних завдань.

ПРН4. Знати принципи роботи сонячних енергетичних, вітроенергетичних, біоенергетичних, гідроенергетичних установок.

ПРН13. Розуміти значення традиційної та відновлюваної енергетики для успішного економічного розвитку країни.

ПРН20. Уміти приймати оптимальні рішення під час вирішення завдань з розвитку регіональних розподільних електричних мереж та систем з відновлюваними джерелами.

2. Програма та структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						Заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	с.р.		л	п	лаб	інд	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1. АНАЛІЗ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ												
Тема 1. Показники якості електроенергії. Загальні визначення та термінологія. Стандартизація та нормативно-правове забезпечення (ДСТУ EN 50160, ГОСТ 13109) ПЯЕ в Україні	26	3		4		19						
Тема 2. Основні методи вимірювання та розрахунку показників якості електроенергії	25	2		4		19						
Тема 3. Технічні засоби контролю та моніторингу параметрів якості електроенергії	25	2		4		19						
Тема 4. Методи регулювання коливань напруги.	20	2		3		15						
Разом за змістовим модулем 1	96	9		15		72						
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2. МЕТОДИ МОНІТОРИНГУ ТА УПРАВЛІННЯ ПОКАЗНИКАМИ ЯКОСТІ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ												
Тема 5. Контроль несиметричних режимів роботи.	32	2		5		25						
Тема 6. Економічні аспекти та відповідальність за недотримання показників якості електроенергії	26	2		5		19						

Тема 7. Вплив джерел розподіленої генерації на якість електричної енергії в розподільних електричних мережах.	26	2	5	19							
Разом за змістовим модулем 2	84	6	15	63							
Разом годин	180	15	30	135							

3. Теми лекцій

№ п/п	НАЗВА ТЕМИ	Кількість годин
1	Показники якості електроенергії. Загальні визначення та термінологія. Стандартизація та нормативно-правове забезпечення (ДСТУ EN 50160, ГОСТ 13109) ПЯЕ в Україні	3
2	Основні методи вимірювання та розрахунку показників якості електроенергії	2
3	Дослідження систем автоматизованого контролю та безперервного моніторингу параметрів якості електроенергії	2
4	Методи регулювання коливань напруги.	2
5	Контроль несиметричних режимів роботи.	2
6	Економічні аспекти та відповідальність за недотримання показників якості електроенергії	2
7	Вплив джерел розподіленої генерації на якість електричної енергії в розподільних електричних мережах.	2
	Разом	15

4. Теми лабораторних занять

№ п/п	НАЗВА ТЕМИ	Кількість годин
1	Дослідження та аналіз показників якості електроенергії за допомогою стаціонарних та портативних аналізаторів якості електроенергії	4
2	Вивчення будови та принципу дії портативного аналізатора якості електроенергії «Енерготестер ПЯЕ». Розробка схем підключення та автоматизація процесу вимірювання.	4
3	Вивчення будови, принципу дії та методів вимірювання показників якості електричної енергії за допомогою аналізатора Metrel MI 2892	4
4	Лабораторні дослідження дози флікера та коливань напруги за допомогою аналізатора Metrel MI 2892	3
5	Вивчення будови, принципу дії та методики вимірювання показників якості електроенергії аудитором CIRCUTOR CIR-e ³ з використанням програмного забезпечення CIR-e ³ Web	5
6	Лабораторні дослідження параметрів якості електроенергії при підключенні сонячної панелі.	5

7	Дослідження впливу якості електроенергії на роботу асинхронного двигуна	5
	Разом	30

5. Теми практичних занять

№ п/п	НАЗВА ТЕМИ	Кількість годин
	Разом	-

6. Теми самостійних робіт

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Аналіз міжнародних та національних стандартів у сфері управління якістю (ISO 9001, ДСТУ EN 50160, IEC 61000).	19
2	Відхилення та коливання напруги. Методи регулювання напруги в електричних мережах. Розрахунок дози Флікера.	19
3	Несинусоїдність напруги. Вищі гармоніки. Аналіз гармонічних спотворень (THD) та їхній вплив на роботу обладнання.	19
4	Провали напруги, перенапруги та короточасні переривання електропостачання.	15
5	Технічні засоби забезпечення якості електроенергії (стабілізатори, регулятори, ДБЖ)	25
6	Гнучкі системи електропередачі змінного струму (FACTS)	19
7	Організація систем безперервного моніторингу та аналізу параметрів якості на підприємствах.	19
	Разом	135

7. Методи та засоби діагностики результатів навчання:

- іспит (тестування з письмовим опитуванням);
- модульне тестування;
- захист лабораторних і практичних робіт.

8. Методи навчання

- метод проблемного навчання;
- метод практико-орієнтованого навчання;
- метод навчання через дослідження;
- метод навчальних дискусій та дебат;
- метод командної роботи, мозкового штурму;
- метод гейміфікованого навчання.

9. Оцінювання результатів навчання

Видами контролю знань студентів є поточний контроль, проміжна та підсумкова атестації.

Поточний контроль здійснюється під час проведення лабораторних і практичних занять для перевірки рівня підготовленості до заняття.

Контроль знань із змістового модуля 1 здійснюється за результатами роботи на лабораторних заняттях та результатами тестового контролю. Змістовий модуль 2 оцінюється за результатами виконання та захисту лабораторних робіт і тестового контролю.

Підсумковий контроль знань (атестація) здійснюється на екзамені.

9.1. Розподіл балів за видами навчальної діяльності

Вид навчальної діяльності	Результати навчання	Оцінювання
Модуль 1. Аналіз показників якості електроенергії		
Лабораторна робота 1	Дослідження та аналіз показників якості електроенергії за допомогою стаціонарних та портативних аналізаторів якості електроенергії	10
Лабораторна робота 2	Вивчення будови та принципу дії портативного аналізатора якості електроенергії «Енерготестер ПЯЕ». Розробка схем підключення та автоматизація процесу вимірювання.	10
Лабораторна робота 3	Вивчення будови, принципу дії та методів вимірювання показників якості електричної енергії за допомогою аналізатора Metrel MI 2892	10
Лабораторна робота 4	Лабораторні дослідження дози флікера та коливань напруги за допомогою аналізатора Metrel MI 2892	20
Самостійна робота 1	Аналіз міжнародних та національних стандартів у сфері управління якістю (ISO 9001, ДСТУ EN 50160, IEC 61000).	5
Самостійна робота 2	Відхилення та коливання напруги. Методи регулювання напруги в електричних мережах. Розрахунок дози Флікера.	5
Самостійна робота 3	Несинусоїдність напруги. Вищі гармоніки. Аналіз гармонічних спотворень (THD) та їхній вплив на роботу обладнання.	5
Самостійна робота 4	Провали напруги, перенапруги та короткочасні переривання електропостачання.	5
Модульний контроль 1	Аналіз показників якості електроенергії	30
Разом за модулем 1		100
Модуль 2. Методи моніторингу та управління показниками якості електричної енергії		
Лабораторна робота 5	Вивчення будови, принципу дії та методики вимірювання показників якості електроенергії аудитором CIRCUTOR CIR-e ³ з використанням програмного забезпечення CIR-e ³ Web	20
Лабораторна робота 6	Лабораторні дослідження параметрів якості електроенергії при підключенні сонячної панелі.	20
Лабораторна робота 7	Дослідження впливу якості електроенергії на роботу асинхронного двигуна	15
Самостійна робота 5	Технічні засоби забезпечення якості електроенергії (стабілізатори, регулятори, ДБЖ)	5
Самостійна робота 6	Гнучкі системи електропередачі змінного струму (FACTS)	5

Самостійна робота 7	Організація систем безперервного моніторингу та аналізу параметрів якості на підприємствах.	5
Модульний контроль 2	Методи моніторингу та управління показниками якості електричної енергії	30
Разом за модулем 2		100
Навчальна робота		70
Екзамен		30
Разом за курс		100

9.2. Шкала оцінювання знань здобувача вищої освіти

Рейтинг здобувача вищої освіти, бали	Оцінка за національною системою	
	екзамени	заліки
90-100	відмінно	зараховано
74-89	добре	
60-73	задовільно	
0-59	незадовільно	не зараховано

9.3. Політика оцінювання

Політика щодо дедлайнів та перескладання:	Роботи, які здають із порушенням термінів без поважних причин, оцінюються на нижчу оцінку. Перескладання модулів відбувається із дозволу лектора за наявності поважних причин (наприклад, лікарняний).
Політика щодо академічної доброчесності:	Списування під час контрольних робіт та екзаменів заборонено (в т.ч. із використанням мобільних девайсів). Лабораторні і самостійні роботи, реферати повинні мати коректні текстові покликання на використану літературу.
Політика щодо відвідування:	Відвідування занять є обов'язковим. За об'єктивних причин (наприклад, хвороба, міжнародне стажування) навчання може відбуватись індивідуально (в онлайн формі за погодженням із директором інституту)

10. Навчально-методичне забезпечення:

Електронний навчальний курс навчальної дисципліни (на навчальному порталі НУБІП України):

1. Жаркін А. Ф., Палачов С. О., Новіський Г. В. Якість електричної енергії та засоби її забезпечення в системі електропостачання : монографія. Київ : Інститут електродинаміки НАН України, 2020. 210 с.
2. Загірняк М. В., Братишка В. В. Якість електричної енергії в системах електропостачання : навч. посібник. Кременчук : КДПУ, 2018. 184 с.

3. Козирський В. В., Гай О. В., Кузнецов В. Г. Електромагнітна сумісність та якість електричної енергії в розподільних мережах : підручник. Київ : Видавничий центр НУБіП України, 2021. 315 с.
4. Сидоренко О. М., Радько І. П., Окушко О. В. Управління якістю електроенергії в системах електропостачання АПК : навчальний посібник. Київ : ВЦ НУБіП України, 2022. 240 с.
5. Каплун В.В. Автономні системи електроживлення з різномірними джерелами електроенергії : монографія. Київ : НУБіП України, 2018. 286 с.
6. Jain S., Satsangi A., Kumar R., Panwar D., Amir M. Intelligent assessment of power quality disturbances: A comprehensive review on machine learning and deep learning solutions. *Computers and Electrical Engineering*. 2025. Vol. 123. Article 110275. doi:10.1016/j.compeleceng.2025.110275.
7. Anwar M. H., Baig M. M. A., Shaikh A. J., Abro A. G. Detection and classification of power quality disturbances: Vision transformers vs. CNN. *AIMS Energy*. 2025. Vol. 13, no. 5. P. 1052–1075. doi:10.3934/energy.2025039.
8. Albalooshi F. A., Qader M. R. Deep Learning Algorithm for Automatic Classification of Power Quality Disturbances. *Applied Sciences*. 2025. Vol. 15, no. 3. Article 1442. doi:10.3390/app15031442.
9. de Sousa E. L., de Oliveira R. A., Neto A. F., et al. Development of a Low-Cost Wireless Smart Meter with Power Quality Measurement for Smart Grid Applications. *Sensors*. 2023. Vol. 23, no. 16. Article 7210. doi:10.3390/s23167210.
10. Павленко В. М., Петренко А. В., Мартинюк Л. В., Бунтов М. І., Афінович С. Г. Семантична модель доступу до даних моніторингу якості електричної енергії в автоматизованих інформаційно-вимірювальних системах. Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Харків: НТУ «ХПІ». 2026. No 2(28). С. 74–79. doi:10.20998/2413-4295.2026.02.10.

11. Рекомендовані Державні стандарти України

- Кодекс систем розподілу : затверджений Постановою НКРЕКП від 14.03.2018 № 310 (зі змінами та доповненнями). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/v0310874-18>
- ДСТУ EN 50160:2014. Характеристики напруги електропостачання в електричних мережах загальної призначеності (EN 50160:2010, IDT). [Чинний від 2015-01-01]. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2015. 28 с.
- ДСТУ ІЕС 61000-4-30:2014. Електромагнітна сумісність. Частина 4-30. Методи випробування та вимірювання. Методи вимірювання якості електричної енергії (ІЕС 61000-4-30:2008, IDT). Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2015. 54 с.
- ДСТУ ISO 9001:2015. Системи управління якістю. Вимоги (ISO 9001:2015, IDT). [Чинний від 2016-07-01]. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2016. 22 с.

12. Інтернет-ресурси та офіційні вебсайти

1. Офіційний вебпортал Національної комісії, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг (НКРЕКП). Стандарти якості електропостачання та компенсації споживачам. URL: <https://www.nerc.gov.ua>
2. Офіційний сайт ДТЕК Мережі. Стандарти якості електропостачання та порядок розгляду скарг щодо якості напруги. URL: https://www.dtek-kem.com.ua/ua/quality_standards
3. Офіційний сайт НЕК «Укренерго». Звіти щодо функціонування та якості роботи об'єднаної енергетичної системи України. URL: <https://ua.energy>
4. Законодавство України. Закон України «Про ринок електричної енергії» від 13.04.2017 № 2019-VIII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2019-19>

5. Офіційний сайт Міжнародної електротехнічної комісії (IEC). Стандарти серії IEC 61000 (Electromagnetic compatibility). URL: <https://www.iec.ch>
6. Аналізатор якості та кількості електроенергії CIR-e³ : Посібник користувача (M98225801-03-09B) / CIRCUTOR. 2023. 50 с. URL: <https://circutor.com/en/support/downloads/software-and-firmware/>