

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Національний університет «Запорізька політехніка»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до практичних занять з дисципліни

“ Якість електричної енергії ”

для студентів спеціальності 141 Електроенергетика,
електротехніка та електромеханіка (усіх форм навчання),
спеціалізація: Електротехнічні системи електроспоживання

Методичні вказівки до практичних занять з дисципліни «Якість електричної енергії» для студентів спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» (усіх форм навчання), спеціалізація: Електротехнічні системи електроспоживання / Укл.: А. П. Заболотний, Д. В. Федоша, - Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2023. - 14 с.

Укладачі:

А. П. Заболотний, доцент, к.т.н.
Д. В. Федоша, доцент, к.т.н.

Рецензент:

В. В. Попов, доцент, к.т.н.

Відповідальний за випуск:

О. А. Шрам, зав. кафедрою, доцент,
к.т.н.

Затверджено на засіданні кафедри
електропостачання промислових
підприємств
протокол № 9 від 29.05.2023р.

Рекомендовано до видання на
засіданні НМК
електротехнічного факультету
протокол № 10 від 29.06.2023р.

ЗМІСТ

Тема 1 Загальні відомості про якість електричної енергії	4
Тема 2 Характеристика основних кондуктивних електромагнітних завад	4
Тема 3 Джерела кондуктивних електромагнітних завад	4
Тема 4 Державне регулювання якістю електричної енергії	4
Тема 5 Показники якості електричної енергії	5
Тема 6 Допоміжні параметри оцінювання якості електричної енергії	5
Тема 7 Нормально допустимі та гранично допустимі норми	5
Тема 8 Оцінка відповідності показників якості встановленим нормам	5
Тема 9 Вимоги до похибності вимірювань показників	6
Тема 10 Економічна ефективність в енергетиці	6
Тема 11 Технічні засоби підвищення показників якості електроенергії	6
Тема 12 Контроль показників якості електроенергії	6
Індивідуальні завдання	7
Рекомендована література	8
Інформаційні ресурси	12
Додаток А. Питання до залікового контролю	13

Метою викладення дисципліни є формування у студентів знань основних положень про норми якості електричної енергії у системах електропостачання загального призначення та електромагнітну сумісність технічних засобів, а також формування принципів методології системного підходу до рішення задач підвищення якості електричної енергії.

ТЕМА 1 Загальні відомості про якість електричної енергії

Значення дисципліни при підготовці фахівців з електротехніки, її зміст, зв'язок з іншими дисциплінами навчального плану.

Література: [1-3]

ТЕМА 2 Характеристика основних кондуктивних електромагнітних завод

Класифікація та характеристика основних кондуктивних електромагнітних завод, що зумовлюють якість електроенергії

Література: [2-4] .

ТЕМА 3 Джерела кондуктивних електромагнітних завод

Джерела завод та їх вплив на роботу електроустаткування

Література: [2-4] .

ТЕМА 4 Державне регулювання якістю електричної енергії

Державні нормативні документи та область застосування. Основні визначення, позначення та скорочення.

Література: [2-6]]

ТЕМА 5 Показники якості електричної енергії

Відхилення напруги; розмах зміни напруги; доза флікера; коефіцієнт спотворення синусоїдальності кривої напруги; коефіцієнт n -ої гармонійної складової напруги; коефіцієнти несиметрії напруг за зворотною та нульовою послідовністю; відхилення частоти; тривалість провалу напруги; імпульсна напруга; коефіцієнт тимчасового перенапруги.

Література: [2-6]

ТЕМА 6 Допоміжні параметри оцінювання якості електричної енергії

Частота повторення змін напруги; інтервал між змінами напруги; глибина провалу напруги; частота появи провалів напруги; тривалість імпульсу за рівнем 0,5 його амплітуди; тривалість тимчасового перенапруження.

Література: [2-6]

ТЕМА 7 Нормально допустимі та гранично допустимі норми

Відхилення напруги. Коливання напруги. Несинусоїдальність напруги. Несиметрія напруг. Відхилення частоти. Провал напруги. Імпульс напруги. Тимчасова перенапруга.

Література: [2-6] .

ТЕМА 8 Оцінка відповідності показників якості встановленим нормам

Оцінка відповідності показників якості електричної енергії встановленим нормам в умовах експлуатації.

Література: [5-8] .

ТЕМА 9 Вимоги до похибності вимірювань показників

Вимоги до похибності вимірювань показників та вимоги до інтервалів середнення результатів вимірювань показників якості електричної енергії.

Література: [5-8] .

ТЕМА 10 Економічна ефективність в енергетиці

Вплив відхилення показників якості електричної енергії встановленим нормам в енергосистемі на роботу електроприймачів

Література: [9-11]

ТЕМА 11 Технічні засоби підвищення показників якості електроенергії

Зниження відхилень напруги. Обмеження коливань напруги. Зниження несиметрії та несинусоїдності напруги..

Література: [9-11]

ТЕМА 12 Контроль показників якості електроенергії

Завдання та організація контролю за показниками якості електроенергії. Прилади контролю за показниками якості електроенергії. Аналіз та статистична обробка результатів виміру.

Література: [12-15]

Індивідуальні завдання

Для студентів заочної форми навчання Робочою програмою передбачена 1 контрольна робота.

Теми індивідуальних завдань:

1. Характеристика основних кондуктивних електромагнітних завад.
2. Джерела кондуктивних електромагнітних завад
3. Державне регулювання якістю електричної енергії
4. Нормативні документи та область застосування.
5. Показники якості електричної енергії
6. Допоміжні параметри оцінювання якості електричної енергії
7. Нормально допустимі якості електричної енергії.
8. Гранично допустимі норми якості електричної енергії.
9. Оцінка відповідності показників якості встановленим нормам.
10. Вимоги до похибності вимірювань показників
11. Економічна ефективність в енергетиці
12. Технічні засоби підвищення показників якості електроенергії.
13. Контроль показників якості електроенергії.
14. Вплив кондуктивних електромагнітних завад на роботу електроустаткування
15. Технічні засоби підвищення показників якості електроенергії.

Рекомендована література

Базова

1. Ковалко М.П., Денисюк С.П. Енергозбереження — пріоритетний напрямок державної політики України. - К.: УЕЗ, 1998. - 512 с.
2. Василега П. О. Електропостачання: навч. посібник / П. О. Василега. - Суми: ВДТ «Університетська книга», 2008. - 415 с.
3. Правила улаштування електроустановок. - Харків : Видавництво «Форт», 2014. - 800 с.
4. Электрическая энергия. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения: ГОСТ 13109-97. [Введ.01.01.2000]. - К.: Изд-во стандартов, 1998; Госстандарт Украины, с доп. и попр., 1999. - 31 с.
5. Характеристики напруги електропостачання в електричних мережах загальної призначеності: ДСТУ EN 50160:2014 (EN 50160:2010, IDT). [Чинний з 1.10.2014]. - К.: Держстандарт України, 2014. - 27 с.
6. Характеристики напруги електроживлення, постачаної розподільчими мережами загальної призначеності: ДСТУ EN 50160:2010 (EN 50160:2007, IDT). [Чинний з 1.07.2012]. - К.: Держстандарт України, 2012. - 39 с.
7. Методика вимірювання якості електричної енергії в системах електропостачання загального призначення: СОУ-Н ЕЕ40.1-37471933-55:2011 [Чинна з 31.10.2011]. - К.: Міненерговугілля, 2012. - 98 с.
8. Трунова І. М. Деякі питання щодо застосування ДСТУ EN 50160:2014/ І. М. Трунова, О. М. Мороз // Праці ТДАТУ. - 2015. - Вип.15., Т.2. - С. 328-331. - Бібліогр.: с. 331.
9. ДБН В.2.5-28:2018. Природне і штучне освітлення. - Київ : Мінрегіон України, 2018. - 137 с.

10. Електротехніка у будівництві: підручник / [А. Є. Ачкасов, В. А. Лушкін, В.М. Охріменко, Т. Б. Воронкова]; за ред. В. М. Охріменка; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – 2-ге вид., випр. і доп. – Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2015. – 447 с.
11. Охріменко В. М. Споживачі електричної енергії: підручник / В.М. Охріменко; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2019. – 286 с.
12. Закон України "Про електроенергетику" // Відомості Верховної Ради України. – 2000 - №38.с.321.
13. Закон України «Про ринок електричної енергії» // Відомості Верховної Ради України. – 2017 - №37. с.317.
14. Економіка підприємства: Підручник / За заг. ред. Л.Г. Мельника. - Суми: ВТД «Університетська книга», 2004. - 648с.
15. Економіка підприємства: Підручник / За заг. ред. С.Ф. Покропивного. - К.: КНЕУ, 2000. - 528 с.

Допоміжна

1. ДСТУ ІЕС 60050-161:2003 Словник електротехнічних термінів. Глава 161, Електромагнітна сумісність (ІЕС 60050-161:1990, ІОТ).
2. ДСТУ EN 61000-2-2:2012 Електромагнітна сумісність. Частина 2. Електромагнітна обстановка. Рівні сумісності для низькочастотних кондуктивних завад і сигналів систем сигналізації в низьковольтних електропостачальних системах загальної призначеності (EN 61000-2-2:2002, ІОТ) (затверджено методом підтвердження)
3. ДСТУ EN 61000-2-4:2012 Електромагнітна сумісність. Частина 2-4. Електромагнітна обстановка, Рівні

сумісності для низькочастотних кондуктивних завад для промислових підприємств (EN 61000-2-4:2002, IUT) (прийнято методом підтвердження)

4. ДСТУ IEC/TR 61000-2-8:2012 Електромагнітна сумісність. Частина 2-8. Електромагнітна обстановка. Результати статистичного вимірювання провалів напруги та короткочасних переривань в електропостачальних системах загальної призначеності (IEC/TR 61000-2-8:2002, IUT) (прийнято методом підтвердження)
5. ДСТУ IEC/TR 61000-2-14:2012 Електромагнітна сумісність. Частина 2-14. Електромагнітна обстановка. Перенапруга в електричних розподільчих мережах загальної призначеності (IEC/TR 61000-2-14:2006, IUT) (затверджено методом підтвердження)
6. ДСТУ EN 61000-3-3:2012 Електромагнітна сумісність. Частина 3-3. Норми на рівні флуктуацій напруги та флікера в низьковольтних системах електроживлення для устаткування з номінальною силою струму до 16 А на фазу, не призначеного для підключення за певних умов (EN 61000-3-3:2008, IDT) (прийнято методом підтвердження)
7. ДСТУ IEC/TR 61000-3-7:2012 Електромагнітна сумісність. Частина 3-7. Оцінення норм емісії для підключення флуктуаційних установок до електропостачальних систем середньої, високої та надвисокої напруги (IEC/TR 61000-3-7:2008, IUT) (прийнято методом підтвердження)
8. ДСТУ IEC 61000-4-11:2007 Електромагнітна сумісність. Частина 4-11. Методики випробування та вимірювання. Випробування на несприйнятливність до провалів напруги, короткочасних переривань і змінень напруги (IEC 61000-4-11:2004, IUT)
9. ДСТУ IEC 61000-4-15:2008 Електромагнітна сумісність. Частина 4-15. Методики випробування та вимірювання.

Флікерметр. Технічні вимоги до функціонування та конструкції (ІЕС 61000-4-15:2003, ІОТ)

10. ДСТУ ІЕС 61000-4-30:2010 Електромагнітна сумісність. Частина 4-30. Методи випробування та вимірювання. Вимірювання показників якості електричної енергії (ІЕС 61000-4-30:2008, ІОТ)
11. ДСТУ ІЕС 61000-4-34:2012 Електромагнітна сумісність. Частина 4-34. Методики випробування та вимірювання. Випробування на несприйнятливість до провалів, короткочасних переривань і змін напруги для устаткування з силою струму мережі живлення понад 16 А на фазу (ІЕС 61000-4-34:2009, ІОТ) (прийнято методом підтвердження)

Інформаційні ресурси

1. CEER 2001, 2003, 2005 Звіти з порівнянням якості електричної енергії, видані Радою Європейських органів регулювання в енергетиці (CEER) в 2001, 2003, 2005 рр. — Режим доступу : <http://www.ceer-eu.org>.
2. Закон України «Про засади функціонування ринку електричної енергії України» [Електронний ресурс] / Верховна Рада України . — Режим доступу : <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/663-18>.
3. Про затвердження «Правил користування електричною енергією»: Постанова Національної комісії з питань регулювання електроенергетики України від 31 липня 1996 року № 28 /із змінами і доповненнями, внесеними постановами Національної комісії регулювання електроенергетики України. – Ліга Закон [Електронний ресурс]. - Режим доступу: http://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/REG1442.html.
4. Постанови національної комісії, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг — Режим доступу: <http://www.nerc.gov.ua>.
5. Постанова національної комісії, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг «Про затвердження Порядку забезпечення стандартів якості електропостачання та надання компенсацій споживачам за їх недотримання» від 12.06.2018 № 375 — Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/v0375874-18#Text>

Додаток А
Питання до залікового контролю

1. Розкрийте загальні відомості про якість електричної енергії.
2. Характеристика основних кондуктивних електромагнітних завад
3. Класифікація основних кондуктивних електромагнітних завад, що зумовлюють якість електроенергії
4. Джерела кондуктивних електромагнітних завад
5. Вплив кондуктивних електромагнітних завад на роботу електроустаткування
6. Державне регулювання якістю електричної енергії.
7. Нормативні документи та область застосування.
8. Показники якості електричної енергії.
9. Відхилення напруги.
10. Розмах зміни напруги.
11. Доза флік ера.
12. Коефіцієнт спотворення синусоїдальності кривої напруги
13. Коефіцієнт n-ої гармонійної складової напруги.
14. Коефіцієнти несиметрії напруг за зворотною та нульовою послідовністю.
15. Відхилення частоти.
16. Тривалість провалу напруги; імпульсна напруга.
17. Коефіцієнт тимчасового перенапруги.
18. Допоміжні параметри оцінювання якості електричної енергії.
19. Частота повторення змін напруги.
20. Інтервал між змінами напруги.
21. Глибина провалу напруги.
22. Частота появи провалів напруги.
23. Тривалість імпульсу за рівнем 0,5 його амплітуди.
24. Тривалість тимчасового перенапруження.
25. Нормально допустимі якості електричної енергії.
26. Гранично допустимі норми якості електричної енергії.
27. Відхилення напруги.
28. Коливання напруги.
29. Несинусоїдальність напруги.
30. Несиметрія напруг.
31. Відхилення частоти.

32. Провал напруги.
33. Імпульс напруги.
34. Тимчасова перенапруга.
35. Оцінка відповідності показників якості встановленим нормам
36. Оцінка відповідності показників якості електричної енергії встановленим нормам в умовах експлуатації.
37. Вимоги до похибності вимірювань показників якості електричної енергії.
38. Вимоги до інтервалів середнення результатів вимірювань показників якості електричної енергії.
39. Вплив відхилення показників якості електричної енергії встановленим нормам в енергосистемі на роботу електроприймачів.
40. Технічні засоби підвищення показників якості електроенергії.
41. Зниження відхилень напруги.
42. Обмеження коливань напруги.
43. Зниження несиметрії напруги.
44. Зниження несинусоїдності напруги.
45. Контроль показників якості електроенергії
46. Завдання контролю за показниками якості електроенергії.
47. Організація контролю за показниками якості електроенергії
48. Прилади контролю за показниками якості електроенергії.
49. Аналіз результатів виміру показників якості електроенергії.
50. Статистична обробка результатів виміру показників якості електроенергії.