

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЦЕНТРАЛЬНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет будівництва,
транспорту та енергетики

Кафедра
електротехнічних
систем та енергетичного
менеджменту

ЕНЕРГЕТИЧНИЙ КОНТРОЛЬ ТА УПРАВЛІННЯ ЕНЕРГОВИКОРИСТАННЯМ

*методичні рекомендації до виконання самостійної роботи
здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня зі
спеціальності G3 "Електрична інженерія"*

Кропивницький
2025

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЦЕНТРАЛЬНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет будівництва,
транспорту та енергетики

Кафедра
електротехнічних
систем та енергетичного
менеджменту

**ЕНЕРГЕТИЧНИЙ КОНТРОЛЬ
ТА УПРАВЛІННЯ
ЕНЕРГОВИКОРИСТАННЯМ**

*методичні рекомендації до виконання самостійної роботи
здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня зі
спеціальності G3 "Електрична інженерія"*

Затверджено
на засіданні кафедри
електротехнічних систем та
енергетичного менеджменту
Протокол № 1 від 27.08.2025 р.

Кропивницький
2025

Енергетичний контроль та управління енерговикористанням: методичні рекомендації до виконання самостійної роботи здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня зі спеціальності G3 "Електрична інженерія" / [уклад.: П.Г. Плешков, С.В.Дубенко], Центральноукр. нац. техн. ун-т. – Кропивницький: ЦНТУ, 2025 – 29 с.

Укладачі: П.Г. Плешков – проф., к.т.н., зав.кафедри ЕТС та ЕМ;
С.В.Дубенко – асистент кафедри ЕТС та ЕМ.

Рецензент: О.П. Голик – доцент, к.т.н., доц.каф. АВП ЦНТУ

© Плешков П.Г.,
Дубенко С.В., 2025
© Центральноукраїнський
національний технічний
університет, 2025

ЗМІСТ

ВСТУП	5
1. МЕТА ТА ЗАВДАННЯ ОСВІТНЬОЇ КОМПОНЕНТИ	6
2. ІНФОРМАЦІЙНИЙ ОБСЯГ ОСВІТНЬОЇ КОМПОНЕНТИ	7
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1.	7
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2.	11
3. ЗАГАЛЬНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО ОРГАНІЗАЦІЇ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ	14
4. ПЕРЕЛІК ТЕМ ПРАКТИЧНИХ РОБІТ	18
5. ПЕРЕЛІК ПИТАНЬ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ	19
6. ПОЛІТИКА ДИСЦИПЛІНИ.....	21
7. СИСТЕМА ПОТОЧНОГО Й ПІДСУМКОВОГО ОЦІНЮВАННЯ ЗНАНЬ ЗДОБУВАЧІВ ОСВІТИ.....	22
РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА.....	28

ВСТУП

Курс «Енергетичний контроль та управління енерговикористанням» відноситься до вибіркової частини навчання магістрів та відіграє значну роль у підготовці фахівців освітніх програм «Електротехнічні системи електроспоживання» та «Енергоефективність та керування енергоспоживанням» здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня зі спеціальності G3 "Електрична інженерія".

Зміст освітньої вибіркової компоненти «Енергетичний контроль та управління енерговикористанням» містить: основні поняття про забезпечення контролю електроенергії в системах енергопостачання, аналіз ефективності енергоспоживання паливно-енергетичних ресурсів, аналіз чинного законодавства у сфері обліку енергоресурсів, сучасні засоби обліку та організацію приладного контролю на промислових підприємствах, автоматизацію обліку та контролю споживання електроенергії та інших видів енергії.

Навчальною програмою освітньої вибіркової компоненти передбачено проведення практичних робіт, основна мета яких полягає у комплексному застосуванні набутих на лекційних заняттях теоретичних знань. Під час занять здобувачі освіти повинні опанувати основні навички енергетичного контролю, ознайомитися з сучасними засобами обліку, приладним контролем та можливостями систем обліку на промислових підприємствах.

Виконання завдань з навчальної дисципліни «Енергетичний контроль та управління енерговикористанням» передбачає отримання здобувачами навичок організації обліку та контролю витрати енергії на промислових підприємствах, методами та засобами поліпшення контролю енергоспоживання, розробкою заходів раціонального енерговикористання.

1. МЕТА ТА ЗАВДАННЯ ОСВІТНЬОЇ КОМПОНЕНТИ

Метою вивчення вибіркової освітньої компоненти «Енергетичний контроль та управління енерговикористанням» є опанування методики експериментального дослідження електричних режимів та принципів побудови та застосування електровимірювальної техніки, комплексів та систем в галузі енергетики, оволодіння методами управління режимами складних систем енергетики з використанням можливостей сучасних інформаційно-обчислювальних комплексів та автоматизованих систем управління.

Завдання вивчення даної компоненти. Надати здобувачеві знання та навички необхідні для ефективного контролю та управління енерговикористанням у різних галузях, дослідження електричних режимів, використання електровимірювальної техніки, проектування та налаштування систем автоматичного управління складних систем енергетики. Організувати свою навчальну діяльність, націливши її на досконале вивчення прикладного програмного забезпечення щодо автоматизованих систем управління.

Передумови для вивчення даної компоненти.

Ефективність засвоєння змісту компоненти «Енергетичний контроль та управління енерговикористанням» значно підвищиться, якщо здобувач попередньо опанував матеріал таких дисциплін як: математика; фізика; теоретичні основи електротехніки; основи метрології та електричних вимірювань; алгоритмізація та програмування; електричні машини; комп'ютерна графіка; основи енергозбереження, основи енергоменеджменту, інформаційно-керуючі комплекси та системи.

Результати навчання.

У результаті вивчення навчальної дисципліни здобувач повинен:

знати: сучасні методи управління режимами, програмне та математичне забезпечення інформаційно-обчислювальних комплексів, теоретичні положення основ вимірювання, методи вимірювання фізичних величин, побудову комплексів та систем для оцінки режимів та параметрів електротехнічних об'єктів.

вміти: обґрунтовано вибирати методи вимірювань, а також інформаційно-вимірювальні комплекси та системи, володіти практичними навичками користування електровимірювальними технічними засобами та інформаційно-обчислювальними комплексами; вирішувати технічні завдання, щодо використання інформаційно-вимірювальних систем в енергетиці.

2. ІНФОРМАЦІЙНИЙ ОБСЯГ ВИБІРКОВОЇ ОСВІТНЬОЇ КОМПОНЕНТИ

Змістовий модуль 1.

Тема 1. Проблеми забезпечення контролю електроенергії в системах електропостачання

Вступ. Особливості електроенергетичного виробництва. Використання інформаційно-вимірювальної техніки для обліку електричної енергії в умовах функціонування ринку. Стан обліку енергетичних ресурсів в Європейських країнах та в Україні. Аналіз чинного законодавства у сфері обліку енергоресурсів.

Контрольні запитання до теми № 1:

1. Який державний орган визначає політику в сфері енергозбереження?
2. Яким законом визначені напрямки раціонального використання ПЕР?
3. Яка організація здійснює контроль у сфері енергозбереження?
4. Яким документом регламентується використання потенціалу енергозбереження в Україні ?
5. Які суб'єкти ринку електроенергії підлягають енергетичному контролю?
6. Яким чином планується зменшити навантаження ОЕС?
7. У чому особливість здійснення контролю у сфері енергозбереження?
8. Для чого використовується система нормування питомих витрат?
9. Яким документом регламентується зниження витрат енергоресурсів у бюджетній сфері?
10. Мета стандартизації в енергетичній галузі.
11. Задачі нормативно-правової бази стосовно проведення експертизи при проектуванні об'єктів.
12. Що являється головним завданням підрозділу з енергозбереження?.
13. Що таке питома витрата палива?
14. На які види ПЕР встановлюють норми витрат на підприємствах?

15. Що є вихідними даними для визначення норм питомих витрат ПЕР?
16. Що необхідно для розрахунку наскрізних норм питомих витрат ПЕР?
17. Незалежний постачальник електроенергії це?
18. Хто являється споживачем на електричну енергію?
19. Як відбувається відключення споживача від електромережі?
20. Що таке гранична величина обсягу споживання?
21. Що таке НКРЕ?
22. Що розуміють під приєднаною потужністю споживача?

Тема 2. Організація обліку та контролю витрати енергії на промислових підприємствах

Аналіз ефективності енергоспоживання паливно-енергетичних ресурсів (ПЕР). Служба енергоменеджменту. Електричні баланси. Облік електроенергії. Організація контролю за експлуатацією та технічним станом енергоустановок і електромереж. Організація контролю і обліку електроспоживання. Організація обліку теплової енергії і теплоносія.

Контрольні запитання до теми № 2:

1. Що являється головним завданням підрозділу з енергозбереження?
2. Що таке питома витрата палива?
3. На які види ПЕР встановлюють норми витрат на підприємствах?
4. Що є вихідними даними для визначення норм питомих витрат ПЕР?
5. Що необхідно для розрахунку наскрізних норм питомих витрат ПЕР?
6. Що таке енергобаланс промислового підприємства?
7. Які види балансів використовуються на підприємствах?
8. Що відображають фактичні енергобаланси?
9. Що відображають нормалізовані енергобаланси?
10. Як складаються перспективні енергобаланси?
11. Що являється задачею електробалансу?
12. Яким документом регламентовано використання вимірювальної техніки?

13. Що таке білінгова система в енергетичній галузі?
14. В чому вимірюється тариф на електроенергію?
15. В чому вимірюється тариф на теплову енергію?
16. Що таке технічні вимоги?
17. Що таке технічні умови?
18. Які основні принципи організації обліку та контролю витрат паливно-енергетичних ресурсів на промислових підприємствах?
19. У чому полягає роль служби енергоменеджменту в підвищенні ефективності енергоспоживання підприємства?
20. Що таке електричний баланс підприємства та яке його значення для аналізу енергоспоживання?
21. Які основні методи та засоби обліку електричної і теплової енергії застосовуються на промислових підприємствах?
22. Як організовується контроль за технічним станом енергоустановок і електромереж та його вплив на ефективність використання енергоресурсів?

Тема 3. Сучасні засоби обліку

Призначення та функції пристроїв збору передачі даних електричної енергії. Енергозберігаючі засоби обліку витрат електричної енергії, теплової енергії, палива. Обґрунтування систем комерційного та технічного обліку і контролю системи електропостачання. Вимірювання та облік споживання енергоресурсів.

Контрольні запитання до теми № 3:

1. За рахунок чого здійснюється комплектація ЛУО?
2. Чи існує різниця між значеннями допустимих похибок для оптового і для роздрібного ринку?
3. Що являє собою підсистема комерційного обліку електричної енергії?
4. Як знімаються показники в точках обліку?
5. За яким принципом виконується узгодження допустимих похибок вимірювань на різних рівнях системи обліку?
6. Мета проведення процедур перевірки точності і достовірності інформації?
7. Що таке двоелементний лічильник електроенергії?
8. Що таке клас точності?

9. Що відноситься до приладів обліку електроенергії?
10. Що таке багатофункціональний лічильник електричної енергії?
11. Що таке точка обліку електричної енергії?
12. Як виконується облік активної енергії?
13. Як виконується облік реактивної енергії?
14. Що таке договірна величина споживання електричної енергії?
15. Що таке договірна потужність?
16. Що таке засоби технічного обліку?

Тема 4. Приладний контроль електричної енергії

Задачі приладного контролю. Організація приладного контролю. Інформаційно-вимірювальні системи (ІВС). Призначення та особливості метрологічного забезпечення інформаційно-вимірювальних систем (ІВС). Структура та класифікація ІВС. Системний підхід до встановлення тарифів на електроенергію.

Контрольні запитання до теми № 4:

1. Які основні задачі приладного контролю електричної енергії на промислових підприємствах?
2. У чому полягає сутність та принципи організації приладного контролю електроспоживання?
3. Що таке інформаційно-вимірювальні системи (ІВС) та які їх основні функції в енергетиці?
4. Які основні елементи входять до структури інформаційно-вимірювальних систем?
5. За якими ознаками здійснюється класифікація ІВС?
6. У чому полягають особливості метрологічного забезпечення інформаційно-вимірювальних систем?
7. Які вимоги висуваються до точності та надійності вимірювань електричної енергії?
8. Які сучасні технічні засоби використовуються для приладного контролю електричної енергії?
9. У чому полягає системний підхід до встановлення тарифів на електричну енергію?
10. Як результати приладного контролю впливають на аналіз та оптимізацію енергоспоживання підприємства?

11. Що необхідно враховувати при формування вимірювальних систем, з чого вони складаються?

12. Яким чином здійснюється підвищення точності вимірювань систем обліку?

13. Що таке графік обмежень?

14. Що таке пряме включення лічильника?

15. Що представляє лічильник для обліку електроенергії?

16. Як виконується трансформаторне включення лічильника?

Змістовий модуль 2.

Тема 5. Системи обліку електроенергії на промислових підприємствах

Облік енергоресурсів на промислових підприємствах. Розрахунок метрологічних характеристик системи обліку електроспоживання. Аналіз ефективності впровадження системи обліку електроенергії на підприємствах.

Контрольні запитання до теми № 5:

1. Для яких рівнів системи обліку значення допустимої похибки менше одиниці, а для яких більше?

2. В чому полягає верифікація на рівні СО?

3. Як визначається результуюча похибка вимірювальної системи, яка складається з ТС, ТН, ЛЧ?

4. Для чого використовується нормування вимог до допустимих похибок вимірювань?

5. Що таке точка обліку?

6. Мета комерційного обліку?

7. Яка пропускна здатність каналів зв'язку від споживачів, що виступають суб'єктами оптового ринку?

8. Під вимірювальним каналом системи обліку розуміють?

9. Які групи суб'єктів можуть бути присутніми на оптовому ринку електроенергії?

10. З чого складається типове вимірювальне коло системи обліку електроенергії?

11. З чого складається систематична похибка вимірювального каналу (ВК)?

12. Як необхідно виконувати розрахунок результуючої похибки системи контролю та обліку?

13. З якою відносною похибкою прилади обліку, що реєструють тиск теплоносія, повинні забезпечувати вимірювання тиску?

14. З якою відносною похибкою прилади обліку, що реєструють час, повинні забезпечувати вимірювання поточного часу?

15. На скільки процентів, згідно дослідних даних, приводить до зменшення затрат впровадження АСКУЕ?

16. Як проводиться розрахунок річного економічного ефекту системи АСКУЕ?

Тема 6. Автоматизація обліку та контролю споживання електричної енергії в системах електропостачання

Системи автоматизованого контролю та обліку енергії. Системи дистанційного контролю та обліку енергоресурсів. Системи DATAGVR C2000 і DATAGYR C300. Система обліку і контролю електроенергії на базі лічильників "ОБЛІК". Системи обліку і керування енергоспоживанням "ІТЕК". Автоматизована система обліку витрати енергоресурсів підприємства. Автоматизована система обліку та контролю електроенергії на базі технології Smart.

Контрольні запитання до теми № 6:

1. У чому полягає сутність автоматизації обліку та контролю споживання електричної енергії?

2. Які основні функції виконують системи автоматизованого контролю та обліку електроенергії (АСКОЕ)?

3. Які переваги має впровадження автоматизованих систем обліку електроенергії порівняно з традиційними методами?

4. Які основні структурні елементи входять до складу автоматизованих систем обліку та контролю електроенергії?

5. У чому полягають особливості систем дистанційного контролю та обліку енергоресурсів?

6. Які принципи побудови автоматизованих систем обліку енергоресурсів на підприємствах?

7. Які технічні та програмні засоби використовуються в сучасних системах обліку електроенергії?

8. Які особливості функціонування систем DATAGYR C2000 та DATAGYR C300?

9. Які функціональні можливості має система обліку електроенергії на базі лічильників ОБЛІК?

10. У чому полягають особливості систем обліку та керування енергоспоживанням ІТЕК?

11. Які основні етапи створення автоматизованої системи обліку витрат енергоресурсів підприємства?

12. Які вимоги висуваються до надійності, точності та безпеки автоматизованих систем обліку електроенергії?

13. У чому полягають принципи роботи автоматизованих систем обліку електроенергії на базі технології Smart Grid?

14. Як автоматизовані системи обліку сприяють підвищенню енергоефективності підприємства?

15. Які перспективи розвитку автоматизованих систем обліку та контролю електроенергії в сучасних умовах?

Тема 7. Методи та засоби поліпшення контролю енергоспоживання в системах обліку та контролю електроспоживання

Аналізатори параметрів якості електроенергії. Організація системи контролю якості електроенергії в мережі споживача.

Контрольні запитання до теми № 7:

1. Що означають класи А і S, що встановлюються для кожного вимірюваного показника?

2. Що представляють собою аналізатори якості електроенергії?

3. Для чого призначені аналізатори якості електроенергії?

4. Які бувають аналізатори якості електроенергії за конструктивним виконанням?

5. Які типові застосування переносних аналізаторів якості електроенергії?

6. Які показники фіксують аналізатори якості електроенергії?

7. Для чого потрібно здійснювати постійний контроль якості електроенергії?

8. Яких основних виробників аналізаторів якості електричної енергії Ви знаєте?

9. Які гармоніки напруги та струму вимірюються за допомогою аналізаторів якості електроенергії?
10. Чи виконує аналізатор якості електричної розширений аналіз гармонік?
11. Що передбачає організація системи контролю якості електроенергії?
12. Від чого залежить вибір контрольного пункту підключення?
13. За якими схемами проводяться виміри показників якості електроенергії?
14. Як виконується статистична обробка вимірів?
15. Які Ви знаєте прилади контролю та реєстрації показників якості електроенергії?

Тема 8. Розробка заходів раціонального енерговикористання

Оцінка ефективності режимів роботи системи компенсації реактивної потужності. Розрахунки енергетичних балансів та втрат електроенергії в системі електропостачання. Методи визначення фактичних значень параметрів режимів споживання електроенергії. Методи складання, обґрунтування і застосування графіків обмежень споживання і відключення електроенергії.

Контрольні запитання до теми № 8:

1. Які основні задачі системи енергетичного контролю?
2. Чим визначається режим системи промислового електропостачання?
3. Як проводиться оцінка ефективності режимів роботи засобів компенсації реактивної потужності?
4. З чого складається повна плата за споживання реактивної енергії?
5. Коли можлива знижка плати за споживання та генерацію реактивної електроенергії?
6. У чому полягає сутність розробки заходів раціонального енерговикористання в системах електропостачання?
7. Які основні напрямки підвищення енергоефективності на промислових підприємствах?
8. Яке значення має компенсація реактивної потужності для зниження втрат електроенергії?

9. Які показники використовуються для оцінки ефективності режимів роботи систем компенсації реактивної потужності?
10. Які методи застосовуються для розрахунку енергетичних балансів у системах електропостачання?
11. Які складові входять до структури енергетичного балансу підприємства?
12. Які основні види втрат електроенергії виникають у системах електропостачання та причини їх появи?
13. Які методи використовуються для визначення втрат електроенергії в електричних мережах?
14. У чому полягають особливості визначення фактичних параметрів режимів споживання електроенергії?
15. Які вимірювальні засоби та методи застосовуються для контролю режимів електроспоживання?
16. Які принципи побудови графіків навантаження електроспоживання підприємства?
17. У чому полягає методика складання графіків обмеження споживання електроенергії?
18. Які критерії використовуються для обґрунтування необхідності введення обмежень або відключень електроенергії?
19. Як здійснюється планування та реалізація графіків аварійного відключення електроенергії?
20. Який вплив мають заходи раціонального енерговикористання на техніко-економічні показники роботи підприємства?

3. ЗАГАЛЬНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО ОРГАНІЗАЦІЇ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

Обов'язковим елементом успішного засвоєння навчального матеріалу дисципліни «Енергетичний контроль та управління енерговикористанням» є самостійна робота здобувачів із літературою українських та зарубіжних вчених.

Самостійна робота є основним засобом опанування навчальним матеріалом у час, вільний від нормованих навчальних занять, тобто лекційних та практичних занять (аудиторної роботи).

Основні види самостійної роботи, на які повинні звертати увагу здобувачи:

- вивчення лекційного матеріалу;
- робота з опрацювання та вивчення рекомендованої літератури;
- підготовка до практичних занять;
- підготовка до дискусій та інших пропонованих викладачем завдань;
- робота над індивідуальним завданням;
- самоперевірка здобувачом власних знань за запитаннями для діагностики рівня знань;
- підготовка до дискусій в аудиторії щодо розуміння вивченого матеріалу;
- підготовка до поточного та підсумкового контролів.

Опрацювання лекційного матеріалу. У системі різних форм навчально-виховної роботи особливе місце належить лекції, де викладач надає здобувачу основну інформацію, навчає розмірковувати, аналізувати, допомагає опанувати ключові знання, а також спрямовує самостійну роботу здобувача.

Зв'язок лекції і самостійної роботи здобувача розглядається в таких напрямках:

- лекція як головна початкова ланка, що визначає зміст і обсяг самостійної роботи здобувача;
- методичні прийоми читання лекцій, що активізують самостійну роботу здобувачів;
- самостійна робота, яка сприяє поглибленому засвоєнню теми на базі прослуханої лекції.

Перший етап самостійної роботи починається з процесу слухання та конспектування лекцій. Правильно складений конспект лекції -

найефективніший засіб стимулювання подальшої самостійної роботи здобувачів освіти. Здобувач повинен чітко усвідомити, що конспект - це короткий тезовий запис головних положень навчального матеріалу. Складання і вивчення конспекту – перший етап самостійної роботи здобувача над вивченням теми чи розділу. Конспект допомагає в раціональній підготовці до практичних занять, складанні заліку, у визначенні напрямку та обсягу подальшої роботи з літературними джерелами. Під час підготовки до лекції здобувач повинен опрацювати матеріал попередньої лекції з використанням підручників та інших джерел літератури. На лекціях висвітлюють тільки основні теоретичні положення та найбільш актуальні проблеми, тому більшість питань виноситься на самостійне опрацювання.

Підготовка до практичних занять. Підготовка до практичних занять розпочинається з опрацювання лекційного та методичного матеріалу до заданого заняття. Здобувач повинен самостійно ознайомитися з відповідним розділом робочої програми, підготувати відповіді на контрольні запитання, які подані в програмі у певній послідовності згідно з логікою засвоєння навчального матеріалу.

Практичні заняття збагачують та закріплюють теоретичні знання здобувачів, розвиваючи їх творчу активність, допомагають у набутті практичних навичок роботи за предметом навчальної компоненти. У процесі підготовки до практичних занять самостійна робота здобувачів є обов'язковою частиною навчальної роботи, без якої успішне і якісне засвоєння навчального матеріалу неможливе.

Відповідно до навчального плану заплановано проведення практичних занять. Щороку викладачі уточнюють тематичний план практичних занять і ознайомлюють з ним здобувачів на першому занятті.

Викладач у вступній лекції рекомендує здобувачам основну і додаткову літературу, а також методичні рекомендації до самостійної роботи та до організації практичних занять з освітньої компоненти. У методичних рекомендаціях з кожної теми наведено перелік питань для теоретичної підготовки до заняття.

У разі, коли здобувач не може самостійно розібратися в якомусь питанні, він може отримати консультацію у викладача (згідно з графіком проведення консультацій викладачами кафедри електротехнічних систем та енергетичного менеджменту). Організовані консультації дозволяють спрямувати самостійну роботу в потрібному напрямі, зробити раціональною та підвищити рівень її ефективності.

В розділі 4 наведено перелік тем практичних робіт.

4. ПЕРЕЛІК ТЕМ ПРАКТИЧНИХ РОБІТ

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна	заочна
1	Розрахунок метрологічних характеристик системи обліку електроспоживання	4	-
2	Контроль та вимірювання параметрів в електричних мережах 10-150 кВ	4	1
3	Вибір електричних схем підключення комплексних систем, лічильників та вибір трансформаторів струму та напруги	4	1
4	Оцінка ефективності режимів роботи системи компенсації реактивної потужності	4	-
	Разом	16	2

5. ПЕРЕЛІК ПИТАНЬ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

Розподіл годин самостійної роботи здобувачів денної форми навчання:

- підготовка до аудиторних (практичних) занять – 0,5 год./1 год. занять – 8 год;

- підготовка до контрольних заходів – 6 год. на 1 кредит – 24 год;

- опрацювання окремих тем програми або її частин, які не викладаються на лекціях – 30 год;

- виконання індивідуального домашнього завдання (рефератів) здобувачами денної форми навчання – 10 год.

Виконання контрольної роботи здобувачами заочної форми навчання – 30 год.

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна	заочна
2	Проробка лекційного матеріалу (0,25 год./1год. лекцій)	8	2
3	Підготовка до практичних занять (0,5 год./1год. практичних занять)	8	8
4	Опрацювання лекційного матеріалу за темами 1-2, підготовка до виконання практичних робіт, оформлення звітів з виконаних робіт та підготовка до їх захисту. Підготовка до тестування «Тест №1 ».	14	26
5	Опрацювання лекційного матеріалу за темами 3-4, підготовка до виконання практичних робіт, оформлення звітів з виконаних робіт та підготовка до їх захисту. Підготовка до тестування «Тест №1 ».	14	26
6	Опрацювання лекційного матеріалу за темами 5-6, підготовка до виконання практичних робіт, оформлення звітів з виконаних робіт та підготовка до їх захисту. Підготовка до тестування «Тест №2 ».	14	26
7	Опрацювання лекційного матеріалу за темами 7-8, підготовка до виконання практичних робіт, оформлення звітів з виконаних робіт та підготовка до їх захисту. Підготовка до тестування «Тест №2 ».	14	26
	Разом	72	114

Теми індивідуального домашнього завдання (рефератів):

1. Загальні питання електричних вимірювань.
2. Поняття і види засобів вимірювань.
3. Класифікація вимірювальних приладів.
4. Структура засобів вимірювань.
5. Структурні схеми і види перетворень.
6. Узагальнена структурна схема вимірювальної інформаційної системи.
7. Метрологічний нагляд і контроль.
8. Повірка засобів вимірювальної техніки.
9. Вимірювальні прилади.
10. Цифрові прилади.
11. Аналого-цифрові перетворювачі.
12. Цифрові вольтметри та мультиметри.
13. Аналогові прилади.
14. Реєструючі прилади.
15. Теплові електровимірювальні прилади.
16. Індукційні лічильники електроенергії.
17. Принципи нормування взаємовідносин між енергосистемою та споживачами.
18. Технічні умови, вимоги при оформленні договорів та проєктів.
19. Структурна схема приладів для вимірювання потужності.
20. Методологічний аналіз результатів технічних вимірювань.
21. Вимірювання та реєстрація потужності, енергії при несинусоїдальних та несиметричних режимах.
22. Потужність в електричних колах з несинусоїдальним та несиметричним струмом та напругою.
23. Активна та реактивна потужності на основній та вищих гармонійних складових.
24. Вимірювання потужності та обліку електроспоживання при несиметричних режимах електричних мереж.
25. Точність та похибки електричних вимірювань.
26. Основи статистичної обробки сукупності випадкових величин.
27. Методи обробки експериментальних даних при прямих та посередніх вимірюваннях.

6. ПОЛІТИКА ДИСЦИПЛІНИ

Академічна доброчесність/норми академічної етики:

Очікується, що здобувачі будуть дотримуватися принципів академічної доброчесності, усвідомлювати наслідки її порушення. Здобувач вищої освіти має дотримуватись «Кодексу академічної доброчесності», який визначає цінності, якими керуються учасники університетської спільноти Центральноукраїнського національного технічного університету і встановлює етичні норми відносин в академічному середовищі.

Відвідування занять:

Відвідання занять є важливою складовою навчання. Очікується, що всі здобувачі відвідають лекції й практичні заняття курсу.

Пропущені заняття повинні бути відпрацьовані не пізніше, ніж за тиждень до залікової сесії.

Пропущені контрольні заходи:

Тематичне завдання, яке подається на перевірку з порушенням терміну виконання, не оцінюється.

Позааудиторні заняття:

Передбачено можливість в межах вивчення навчальної дисципліни виїзних занять - участь в конференціях, форумах, круглих столах тощо.

Поведінка на заняттях:

Недопустимість запізньовань на заняття, прояви академічної недоброчесності, несвоєчасне виконання поставленого завдання.

Під час організації освітнього процесу в Центральукраїнському національному технічному університеті здобувачі, викладачі та адміністрація діють відповідно до: Положення про організацію освітнього процесу в ЦНТУ; Положення про організацію вивчення вибіркового навчальних дисциплін у Центральноукраїнському національному технічному університеті; Положення про систему забезпечення якості освітньої діяльності та якості вищої освіти у ЦНТУ; Положення про рубіжний контроль успішності та сесійну атестацію здобувачів вищої освіти Центральноукраїнського національного технічного університету; Положення про дотримання академічної доброчесності НППІ та здобувачами вищої освіти ЦНТУ; Положення про критерії оцінювання ЦНТУ.

7. СИСТЕМА ПОТОЧНОГО Й ПІДСУМКОВОГО ОЦІНЮВАННЯ ЗНАНЬ ЗДОБУВАЧІВ ОСВІТИ

Методи навчання

За джерелами знань під час вивчення навчальної компоненти використовують наступні методи навчання: словесні - розповідь, пояснення, лекція, інструктаж; наочні - демонстрація, ілюстрація; практичні - практичні роботи, задачі.

За характером логіки пізнання використовуються такі методи: аналітичний, синтетичний, аналітико-синтетичний, індуктивний, дедуктивний.

За рівнем самостійної розумової діяльності використовуються методи: проблемний, частково-пошуковий, дослідницький.

Методи контролю

Система внутрішнього забезпечення якості вищої освіти містить наступні види контролю: самоконтроль, вхідний, поточний, семестровий, ректорський контроль залишкових знань та атестацію здобувачів вищої освіти. Для курсу «Енергетичний контроль та управління енерговикористанням» застосовують у період навчання самоконтроль, вхідний, поточний та семестровий контроль, у вигляді семестрового заліку.

Самоконтроль призначений для самооцінки здобувачами вищої освіти якості засвоєння навчального матеріалу з розділу або теми дисципліни. З цією метою в методичних рекомендаціях передбачені питання для самоконтролю, крім того на сайті дистанційної освіти є тести.

Вхідний контроль здійснюють на початку вивчення дисципліни. За результатами вхідного контролю розроблюють заходи з надання необхідної індивідуальної допомоги, організації додаткових занять і консультацій.

Поточний контроль здійснюють впродовж семестру під час проведення аудиторних занять і оцінюють сумою набраних балів за навчальний семестр. Основне завдання поточного контролю - перевірка рівня підготовки здобувачів вищої освіти до виконання конкретної роботи на занятті та засвоєння навчального матеріалу. Основна мета - забезпечення зворотного зв'язку між науково-педагогічними працівниками та здобувачами вищої освіти денної форми навчання.

За результатами поточного контролю, який проводять на практичних заняттях, здобувач допускається (чи не допускається) до виконання практичної роботи.

Поточний контроль проводять у письмовій формі (або тест у режимі он-лайн) методом тестування на практичних заняттях або лекціях. Критерії оцінювання та схема нарахування балів визначаються робочою програмою навчальної дисципліни.

Критерії поточного оцінювання знань здобувачів вищої освіти:

Усний виступ та виконання письмового завдання, тестування (бали)	Критерії оцінювання
5	У повному обсязі опанував навчальний матеріал, вільно самостійно та аргументовано його викладає під час усних виступів та письмових відповідей, глибоко та всебічно розкриває зміст теоретичних питань та практичних завдань, використовуючи при цьому обов'язкову та додаткову літературу. Правильно вирішив усі тестові завдання.
4	Достатньо повно володіє навчальним матеріалом, обгрунтовано його викладає під час усних виступів та письмових відповідей, в основному розкриває зміст теоретичних питань та практичних завдань, використовуючи при цьому обов'язкову літературу. Але при викладанні деяких питань не вистачає достатньої глибини та аргументації, допускаються при цьому окремі несуттєві неточності та незначні помилки. Правильно вирішив більшість тестових завдань.
3	В цілому володіє навчальним матеріалом викладає його основний зміст під час усних виступів та письмових відповідей, але без глибокого всебічного аналізу, обгрунтування та аргументації, без використання необхідної літератури допускаючи при цьому окремі суттєві неточності та помилки. Правильно вирішив половину тестових завдань.
2	Не в повному обсязі володіє навчальним матеріалом. Фрагментарно, поверхово (без аргументації та обгрунтування) викладає його під час усних виступів та письмових відповідей, недостатньо розкриває зміст теоретичних питань та практичних завдань, допускаючи при цьому суттєві неточності, правильно вирішив меншість тестових завдань.

1	Частково володіє навчальним матеріалом не в змозі викласти зміст більшості питань теми під час усних виступів та письмових відповідей, допускаючи при цьому суттєві помилки. Правильно вирішив окремі тестові завдання.
0	Не володіє навчальним матеріалом та не в змозі його викласти, не розуміє змісту теоретичних питань та практичних завдань. Не вирішив жодного тестового завдання

Доповнення виступу:

2 бали – отримують здобувачі вищої освіти, які глибоко володіють матеріалом, чітко визначили його зміст; зробили глибокий системний аналіз змісту виступу, виявили нові ідеї та положення, що не були розглянуті, але суттєво впливають на зміст доповіді, надали власні аргументи щодо основних положень даної теми.

1 бал - отримують здобувачі вищої освіти, які виклали матеріал з обговорюваної теми, що доповнює зміст виступу, поглиблює знання з цієї теми та висловили власну думку.

Суттєві запитання до доповідачів:

1 бал - отримують здобувачі, які своїм запитанням до виступаючого суттєво і конструктивно можуть доповнити хід обговорення теми.

0,5 балів - отримують здобувачі вищої освіти, які у своєму запитанні до виступаючого вимагають додаткової інформації з ключових проблем теми, що розглядається.

Експрес-контроль:

1 бал - нараховуються здобувачам вищої освіти, які вільно володіють усім навчальним матеріалом, орієнтуються в темі та аргументовано висловлюють свої думки.

0,5 балів - отримують здобувачі вищої освіти, які частково володіють матеріалом та можуть окреслити лише деякі проблеми теми.

Ведення опорного конспекту лекції:

Опорний конспект лекції (ОКЛ) – вид навчально-методичного посібника, в якому у стисло і системно викладено основний теоретичний матеріал у формі основних понять і положень, що структурно й логічно пов'язані між собою. Кожен здобувач повинен мати ОКЛ на лекціях і вести в ньому записи власноруч. Під час аудиторної роботи з ОКЛ здобувачі вищої освіти записують основні тези лекції та пояснення викладача. Під час самостійної роботи рекомендується доповнити записи лекції.

1 бал нараховується здобувачам вищої освіти, які в повному обсязі самостійно і творчо опрацювали всі питання лекції і вільно володіють її змістом.

0,5 балів нараховується здобувачам вищої освіти, які опрацювали лише окремі питання лекції і не достатньо вільно володіють її змістом.

Семестровий підсумковий контроль проводиться з метою визначення рівня результатів навчання за дисципліною, якщо він виконав усі види робіт, які передбачені навчальним планом. Семестровий залік оцінює рівень засвоєння навчального матеріалу здобувачем вищої освіти на лекційних та практичних заняттях, виконання індивідуальних занять та самостійної роботи.

Схема нарахування балів зазначена у таблиці 1.

Таблиця 1 - Розподіл балів, які отримують здобувачі під час вивчення дисципліни

Поточне тестування та самостійна робота										Підсумковий тест (залік)	Сума
ЗМ 1					ЗМ 2						
T1	T2	T3	T4	ЗК1	T5	T6	T7	T8	ЗК 2	20	100
7	7	8	8	10	7	7	8	8	10		

Примітка: T1, T2, ..., T8 – тема програми, ЗК 1-2 - підсумковий змістовий контроль

Впродовж семестру здобувачі вищої освіти можуть набрати від 0 до 100 балів, що переводяться у національну шкалу оцінювання і відповідно у шкалу ECTS. Кількість балів відповідає певному рівню засвоєння дисципліни:

За системою ЦНТУ	За шкалою ECTS	За національною системою	Визначення
90-100	A	5 (відмінно)	Повно та ґрунтовно засвоїв всі теми навчальної програми вміє вільно та самостійно викласти зміст всіх питань програми навчальної дисципліни, розуміє її значення для своєї професійної підготовки, повністю виконав усі завдання кожної теми та рубіжного контролю

			в цілому. Брав участь в олімпіадах, конкурсах, конференціях.
82-89	B	4 (дуже добре)	Недостатньо повно та ґрунтовно засвоїв окремі питання робочої програми. Вміє самостійно викласти зміст основних питань програми навчальної дисципліни, виконав завдання кожної теми та рубіжного контролю в цілому.
74-81	C	4 (добре)	Недостатньо повно та ґрунтовно засвоїв деякі теми робочої програми, не вміє самостійно викласти зміст деяких питань програми навчальної дисципліни. Окремі завдання кожної теми та рубіжного контролю в цілому виконав не повністю.
64-73	D	3 (задовільно)	Засвоїв лише окремі теми робочої програми. Не вміє вільно самостійно викласти зміст основних питань навчальної дисципліни, окремі завдання кожної теми рубіжного контролю не виконав.
60-63	E	3 (достатньо)	Засвоїв лише окремі питання навчальної програми. Не вміє достатньо самостійно викласти зміст більшості питань програми навчальної дисципліни. Виконав лише окремі завдання кожної теми та рубіжного контролю в цілому.
< 60	F X	2 (незадовільно)	Не засвоїв більшості тем навчальної програми не вміє викласти зміст більшості основних питань навчальної дисципліни. Не виконав більшості завдань кожної теми та рубіжного контролю в цілому.

Підсумкове оцінювання навчальних досягнень за семестр у формі заліку може здійснюватися із застосуванням платформи дистанційного навчання Moodle або з використанням альтернативних каналів взаємодії, зокрема сервісів відеоконференцв'язку (Zoom, Google Meet та ін.), за умови гарантованого підтвердження особи здобувача.

Онлайн-залік може проводитися у різних форматах: усна співбесіда, виконання тестових завдань, розв'язування стандартних і інтегрованих задач, а також виконання творчих робіт, що потребують узагальнення отриманих знань і їх практичного застосування.

Вибір форми, структури та етапів проведення контролю здійснюється з урахуванням технічних ресурсів і комунікативних можливостей усіх учасників освітнього процесу. Здобувачі освіти повинні мати стабільне підключення до Інтернету, а для усного формату - технічний пристрій із функцією аудіозв'язку (смартфон, планшет, ноутбук або персональний комп'ютер).

Залікові матеріали можуть включати питання для перевірки теоретичної підготовки та практичних навичок, тестові завдання з електронного банку системи Moodle, ситуаційні та креативні завдання, а також інші інструменти контролю, що дозволяють оцінити рівень досягнутих результатів навчання.

Проведення семестрового заліку здійснюється відповідно до графіка екзаменаційної сесії. За наявності необхідних технічних умов у середовищі Moodle здобувачам може бути надана можливість скласти залік у заздалегідь визначений часовий проміжок, узгоджений з викладачем.

8. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Сучасний ринок електричної енергії.: Підручник. Курс лекцій / І.О. Сінчук, Т.М. Берідзе, В.О. Федотов, М.Л. Барановська, Л.В. Сменова, А.В. Пироженко; за редакцією доктора технічних наук, професора О.М. Сінчука. – Кременчук: ПП Щербатих О.В. – 2021. -332с.

2. Енергетичний менеджмент та енергоефективність : підручник для здобувачів зі спеціальності електроенергетика, електротехніка та електромеханіка / І. О. Самойленко, О. Г. Гриб, А. О. Запорожець та ін. Харків: ФОП Бровін О. В., 2020. 348 с.

3. Основи ефективного використання електричної енергії в системах електроспоживання промислових підприємств: навч. посіб. / [О.І. Соловей, В.П. Розен, П.Г. Плешков, С.В. Серебренніков, В.Ф. Ткаченко, К.Г. Петрова]; М-во освіти і науки України, Кіров. нац. техн. ун-т. – Черкаси: видавець Чабаненко Ю., 2015. – 316 с. (з грифом МОН України).

4. Енергетичний інжиніринг та менеджмент : в 3-х ч. Ч. 1. Проектування ефективних енергетичних систем / П.Г. Плешков, С.В. Серебренніков, О.І. Сіріков, І.В. Савеленко; під редакцією Заслуженого працівника освіти України, кандидата технічних наук, професора Плешкова П.Г. – М-во освіти і науки України, Центральноукр. нац. техн. ун-т. – Кропивницький : ЦНТУ, 2018.– 156 с.

5. Телемеханіка та автоматизовані системи управління в електроенергетиці: навч. посіб. / [Плешков П.Г., Серебренніков С.В., Петрова К.Г.]. – Кіровоград: РВЛ КНТУ, 2016. – 152 с. (рекомендовано Вченою радою КНТУ).

6. Плешков С.П., Серебренніков С.В. Енергоефективний електропривод у промисловості та сільськогосподарському виробництві. Навчальний посібник. – Кіровоград: РВЛ КНТУ, 2016. – 160 с.

7. Енергоефективні системи освітлення для промислових та комунально-побутових споживачів / [Плешков П. Г., Орлович А. Ю., Серебренніков С. В., Бегун А. П., Різуненко А. О., Гарасьова Н. Ю., Зінзура В. В] ; під редакцією Заслуженого працівника освіти України, кандидата технічних наук, професора Плешкова П. Г. – М-во освіти і науки України, Центральноукр. нац. техн. ун-т. – Кропивницький : ЦНТУ, 2018.– 242с

8. Лежнюк П. Д., Шулле Ю. А. Оперативне прогнозування електричних навантажень систем електроспоживання з використанням їх фрактальних властивостей: монографія / П. Д. Лежнюк, Ю. А. Шулле. – Вінниця: ВНТУ, 2015. – 104 с.

9. Находов В.Ф. Моніторинг показників енергоспоживання в системі енергетичного менеджменту / В.Ф. Находов, О.О. Пецкова, Д.О. Іванько // Енергетика. Екологія. Людина. Наукові праці НТУУ «КПІ», ІЕЕ. – Київ: НТУУ «КПІ», ІЕЕ, 2015. – 480 с. – С. 210-217

10. Матеріали Державного комітету України з енергозбереження. www.necin.com.ua.

11. Дистанційна освіта ЦНТУ [Електронний ресурс] / МОН України. – Кропивницький, 2022. – Режим доступу: <https://moodle.kntu.kg.ua/>

12. Центральнoукраїнський національний технічний університет: кафедра «Електротехнічні системи та енергетичний менеджмент» [Електронний ресурс] / МОН України. – Кропивницький: Кафедра ЕТС та ЕМ, 2022. – Режим доступу: <http://etsem.kntu.kg.ua/>. – Назва з екрану.

13. Енергопостачальна компанія ПрАТ «Кіровоградобленерго» [Електронний ресурс] / М-во палива та енергетики України. – Кропивницький: ПрАТ «Кіровоградобленерго», 2023. – Режим доступу: <http://kiroe.com.ua/>