

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЦЕНТРАЛЬНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет
будівництва, транспорту та
енергетики

Кафедра електротехнічних
систем та енергетичного
менеджменту

**ЕФЕКТИВНЕ ВИКОРИСТАННЯ
ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ В СИСТЕМАХ
ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ**

*методичні рекомендації до виконання самостійної роботи
здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня зі
спеціальності 141 "Електроенергетика, електротехніка та
електромеханіка"*

Кропивницький
2023

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЦЕНТРАЛЬНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет
будівництва, транспорту та
енергетики

Кафедра електротехнічних
систем та енергетичного
менеджменту

**ЕФЕКТИВНЕ ВИКОРИСТАННЯ
ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ В СИСТЕМАХ
ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ**

*методичні рекомендації до виконання самостійної роботи
здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня зі
спеціальності 141 "Електроенергетика, електротехніка та
електромеханіка"*

Затверджено
на засіданні кафедри
електротехнічних систем та
енергетичного менеджменту
Протокол № 13 від 13.02.2023 р.

Кропивницький
2023

Ефективне використання електроенергії в системах енергоспоживання: метод. рекомендації до виконання самост. роб. здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня зі спеціальності 141 "Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка" / [уклад.: П. Г. Плешков, В.П. Солдатенко, В.В. Зінзура], Центральноукр. нац. техн. ун-т. – Кропивницький: ЦНТУ, 2023 – 30 с.

Укладачі: П.Г. Плешков – проф., к.т.н., завідувач кафедри ЕТС та ЕМ,
В.П. Солдатенко – доц., к.т.н., доц. каф. ЕТС та ЕМ,
В.В. Зінзура – доц., к.т.н., доц. каф. ЕТС та ЕМ.

Рецензент: О.К. Дідик – доцент, к.т.н., завідувач кафедри АВП ЦНТУ

© Плешков П.Г.,
Солдатенко В.П.
Зінзура В.В., 2023
© Центральноукраїнський
національний технічний
університет, 2023

ЗМІСТ

ВСТУП	4
1. МЕТА ТА ЗАВДАННЯ ОСВІТНЬОЇ КОМПОНЕНТИ	5
2. ІНФОРМАЦІЙНИЙ ОБСЯГ ОСВІТНЬОЇ КОМПОНЕНТИ	6
3. ЗАГАЛЬНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО ОРГАНІЗАЦІЇ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ	14
4. ПЕРЕЛІК ТЕМ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ	17
5. ПЕРЕЛІК ПИТАНЬ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ	18
6. ПОЛІТИКА ДИСЦИПЛІНИ	20
7. СИСТЕМА ПОТОЧНОГО Й ПІДСУМКОВОГО ОЦІНЮВАННЯ ЗНАНЬ ЗДОБУВАЧІВ ОСВІТИ	22
ПЕРЕЛІК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	29

ВСТУП

Під час підготовки магістрів важливе місце посідають освітні компоненти, які дозволяють поглибити професійні знання студентів. Таким освітнім компонентом є дисципліна «Ефективне використання електроенергії в системах енергоспоживання», яка входить до циклу обов'язкових освітніх компонент циклу професійної підготовки.

Зміст освітньої компоненти «Ефективне використання електроенергії в системах енергоспоживання» містить такі питання: промислове підприємство як споживач електричної енергії; ефективне використання електричної енергії в електричних мережах; заощадження електричної енергії в трансформаторах; заощадження електричної енергії за рахунок компенсації реактивної потужності; заощадження електричної енергії за рахунок підтримання належного рівня її якості; заощадження електричної енергії у двигунах; заощадження електричної енергії в помпових установках; заощадження електричної енергії у вентиляційних установках; заощадження електричної енергії в компресорних установках; заощадження електричної енергії в дугових сталеплавильних печах; заощадження електричної енергії в печах опору; заощадження електричної енергії в індукційних установках; заощадження електричної енергії в електрозварювальних установках; заощадження електричної енергії в освітлювальних установках.

Навчальною програмою освітньої компоненти передбачено проведення лабораторних робіт, основна мета яких полягає у комплексному застосуванні набутих на лекційних заняттях теоретичних знань. Під час занять здобувачі освіти повинні опанувати основні поняття, що стосуються якості електроенергії.

Виконання завдань з навчальної дисципліни «Ефективне використання електроенергії в системах енергоспоживання» передбачає створення у здобувачів освіти навичок виконання самостійного наукового дослідження при проектуванні систем електроенергетики та підготувати до виконання випускної кваліфікаційної роботи.

1. МЕТА ТА ЗАВДАННЯ ОСВІТНЬОЇ КОМПОНЕНТИ

Мета вивчення освітньої компоненти «Ефективне використання електроенергії в системах енергоспоживання» – формування знань та умінь, щодо методів та способів ефективного використання електричної енергії та її заощадження під час роботи як окремих електроприймачів, цехів, так і підприємства в цілому, формування знань необхідних у роботі по реалізації державної програми з енергозбереження.

Предмет освітньої компоненти – методи ефективного використання електроенергії під час її передачі та споживання.

Завданням вивчення даної компоненти є: освоєння методів технічного та організаційного характеру пошуку можливостей скорочення споживання енергоресурсів на промислових підприємствах; вивчення типових заходів з ефективного використання електричної енергії в системах електропостачання, в електромеханічних та електротехнологічних установках.

Вивчення освітньої компоненти дозволяє сформувати компетенції:

- Загальні компетентності (ЗК1, ЗК3, ЗК9);
- Фахові компетентності (ФК2, ФК3, ФК5, ФК7, ФК8, ФК9, ФК10);
- Програмні результати навчання (ПРН2, ПРН3, ПРН5, ПРН7, ПРН8, ПРН9, ПРН10, ПРН11, ПРН15, ПРН17).

Передумови для вивчення освітньої компоненти (структурно-логічна схема підготовки фахівця). Враховуючи послідовність накопичення знань та інформації, дисципліна вивчається після викладання наступних дисциплін: «Електричні системи та мережі», «Перехідні процеси в електроенергетиці», «Електрична частина станцій та підстанцій», «Основи електропостачання».

2. ІНФОРМАЦІЙНИЙ ОБСЯГ ОСВІТНЬОЇ КОМПОНЕНТИ

Змістовий модуль 1

Тема 1. Промислове підприємство як споживач електричної енергії

Особливості живлення та розподілу електричної енергії на промислового підприємстві. Генеральний план підприємства, вибір центра та розрахунок картограми навантажень. Графіки електричних навантажень підприємства. Вирівнювання добового графіка електричного навантаження в умовах дії диференційованих тарифів Реактивне навантаження підприємства.

Контрольні запитання до теми № 1

1. Наведіть приклади основних споживачів електричної енергії на підприємстві.
2. Дайте визначення основних характеристичних показників графіка електричних навантажень.
3. Поясніть фізичний зміст річного часу використання найбільшого навантаження та річного часу найбільших втрат.
4. Види графіків електричних навантажень. Принцип побудови річного ГЕН.
5. Назвіть негативні наслідки, спричинені нерівномірністю ГЕН, позитивні ефекти від вирівнювання графіка.
6. Наведіть вираз для визначення величини зменшення втрат електричної енергії в лінії за рахунок вирівнювання ГЕН.
7. Поясніть основні принципи формування тарифів на електричну енергію.

Тема 2. Ефективне використання електричної енергії в електричних мережах

Визначення втрат електричної потужності та енергії в лініях. Заощадження електричної енергії в мережі шляхом рівномірного розподілення струму вздовж перерізу шин Заощадження електричної

енергії в мережі шляхом переведення її на вищу напругу. Вирівнювання навантажень фаз у мережі 0,4 кВ.

Контрольні запитання до теми № 2

1. Які параметри впливають на значення втрат в електричних мережах?
2. Як можна визначити річні втрати електричної енергії в лініях?
3. У чому полягає заощадження електричної енергії в мережі у випадку переведення її на вищу напругу?
4. За рахунок чого можна досягти зменшення втрат у разі вирівнювання графіка електричних навантажень мережі?

Тема 3. Заощадження електричної енергії в трансформаторах

Розрахунок втрат потужності та енергії. Вибір оптимального режиму роботи трансформаторів

Контрольні запитання до теми № 3

1. Як виконують розрахунок втрат електричної потужності та енергії в трансформаторах?
2. Чим спричинені втрати активної (реактивної) потужності в трансформаторі?
3. Дайте визначення змісту коефіцієнта підвищення втрат активної потужності.
4. Умова вибору оптимального режиму роботи групи трансформаторів.

Тема 4. Заощадження електричної енергії за рахунок компенсації реактивної потужності

Фізика процесу компенсації реактивної потужності. Вплив коефіцієнта потужності на втрати електричної енергії.

Контрольні запитання до теми № 4

1. За яким критерієм визначають економічно доцільне розташування джерел реактивної потужності на підстанціях розподільної мережі?
2. У яких випадках для компенсації реактивної потужності доцільно застосовувати синхронні компенсатори?
3. Сформулюйте кроки алгоритму розрахунку потужності компенсувальних пристроїв.
4. Що обумовлює зменшення втрат електричної енергії в елементах мережі у випадку встановлення компенсувальних пристроїв?

Тема 5. Заощадження електричної енергії за рахунок підтримання належного рівня її якості

Загальні положення. Негативний вплив зниження якості електроенергії на електроспоживачів. Методи та технічні засоби покращення якості електроенергії

Контрольні запитання до теми № 5

1. Як впливає зниження рівня якості електричної енергії на втрати в системі електропостачання?
2. Наведіть вирази для визначення додаткових втрат від несиметрії та несинусоїдальності напруги в елементах системи електропостачання підприємства.
3. Назвіть основні методи та засоби забезпечення належного рівня якості електричної енергії.

Тема 6. Заощадження електричної енергії у двигунах

Впровадження енергоефективних двигунів. Заміна недовантажених електродвигунів двигунами меншої потужності. Заощадження електричної енергії за рахунок перемикання обмоток статора за схемою «трикутник» - «зірка». Впровадження автоматичних обмежувачів неробочого ходу двигунів. Заощадження електричної енергії в режимі коротких циклів.

Контрольні запитання до теми № 6

1. Які основні способи заощадження електричної енергії, яку споживають двигуни?
2. Поясніть, як впровадження енергоощадних двигунів та заміна недовантажених двигунами меншої потужності дозволяє зменшити споживання електричної енергії?
3. За рахунок чого досягається заощадження електричної енергії у випадку перемикання обмоток статора за схемою «трикутник – зірка»?
4. В яких випадках виявляється доцільним впровадження обмежувачів неробочого ходу двигунів?
5. Як реалізувати режим ефективного використання електричної енергії в режимі коротких циклів?

Тема 7. Заощадження електричної енергії в помпових установках

Підвищення коефіцієнта корисної дії помп. Покращення завантаження помп та вдосконалення регулювання їх роботи. Зменшення витрат та втрат води. Впровадження частотно-регульованого електропривода.

Контрольні запитання до теми № 7

1. Як визначити потужність електродвигуна помпи?
2. Як забезпечити максимальну подачу помпи та регулювати її роботу?
3. Як підвищити коефіцієнт корисної дії помпи?
4. Якими шляхами можна досягти зменшення витрат, втрат води?
5. Які переваги частотного регулювання порівняно з дросельним?

Змістовий модуль 2

Тема 8. Заощадження електричної енергії у вентиляційних установках

Загальні положення. Заміна вентиляторів старих типів на сучасні. Впровадження енергоефективних способів регулювання подавання

вентиляторів. Блокування вентиляторів теплових завіс з пристроями відчинення та зачинення воріт. Покращення роботи вентиляторів за рахунок зміни режиму їх роботи. Впровадження автоматичного керування вентиляційними установками.

Контрольні запитання до теми № 8

1. Які заходи дозволяють зменшити витрати електричної енергії у вентиляційних установках?
2. Як визначити витрату електричної енергії на привод вентиляційної установки?
3. Які дефекти вентиляційних установок призводять до нерациональної витрати енергії?
4. Якими шляхами можна покращити роботу вентиляторів?
5. Що досягається за рахунок впровадження автоматичного керування вентиляційними установками?

Тема 9. Заощадження електричної енергії в компресорних установках

Визначення потужності, яку споживають компресори. Зменшення номінального робочого тиску компресорної установки. Впровадження прямооточних клапанів у поршневих компресорах. Резонансне надування поршневих компресорів. Підігрівання стисненого повітря перед пневмоприймачами. Зменшення витоків стисненого повітря. Заміна пневмоінструмента електроінструментом. Заміна стисненого повітря вентиляторним дуттям.

Контрольні запитання до теми № 9

1. В яких галузях промисловості та для чого використовують стиснене повітря як енергоносії?
2. Як розрахувати необхідну потужність компресора?
3. Як максимально зменшити втрати електричної енергії під час використання стисненого повітря?
4. У чому полягає резонансне надування поршневих компресорів?

5. За яких умов здійснюється заміна стисненого повітря іншими енергоносіями?

Тема 10. Заощадження електричної енергії в дугових сталеплавильних печах

Загальні положення. Підвищення маси садки та вдосконалення підготовки шихти. Зменшення електричних втрат. Зменшення теплових втрат. Зменшення тривалості простоїв печі.

Контрольні запитання до теми № 10

1. Які основні складові витрат електричної енергії в дугових сталеплавильних печах?
2. У чому полягає підготовка та попереднє підігрівання шихти?
3. Як зменшити електричні (теплові) втрати в дугових сталеплавильних печах?
4. Що належить до основних техніко-економічних показників дугових сталеплавильних печей?
5. Як забезпечити інтенсивне перемішування металу в дугових сталеплавильних печах?

Тема 11. Заощадження електричної енергії в печах опору

Загальні положення. Шляхи зменшення теплових втрат. Збільшення продуктивності електропечей. Зменшення втрат на акумуляцію тепла та використання попереднього нагрівання виробів. Раціоналізація електричних та технологічних режимів роботи електропечей

Контрольні запитання до теми № 11

1. Які основні складові витрат електричної енергії в печах опору?
2. Як досягнути зниження теплових втрат?
3. Як підвищити продуктивність електропечей?
4. Які існують шляхи зменшення втрат електричної енергії на розігрівання печі?

5. Поясніть режими роботи електричних печей опору.

Тема 12. Заощадження електричної енергії в індукційних установках

Загальні положення. Шляхи заощадження електричної енергії в індукційних установках.

Контрольні запитання до теми № 12

1. У чому полягає принцип індукційного нагрівання?
2. Які переваги індукційного нагрівання в порівнянні з іншими методами?
3. Назвіть основні витратні статті енергетичного балансу індукційних печей.
4. Як досягнути заощадження електричної енергії в індукційних установках?
5. За рахунок чого можна підвищити економічні показники індукційного тигельного плавлення?

Тема 13. Заощадження електричної енергії в електрозварювальних установках

Загальні положення. Вибір оптимального способу електрозварювання. Усунення або зменшення тривалості неробочого ходу зварювальних агрегатів.

Контрольні запитання до теми № 13

1. Як досягнути заощадження електричної енергії в електрозварювальних установках?
2. Установки яких видів зварювання мають найбільший коефіцієнт корисної дії?
3. Поясніть, як обрати оптимальний спосіб електрозварювання.
4. Сформулюйте основні напрями вдосконалення технології електрозварювання.
5. У яких випадках доцільне усунення або зменшення тривалості неробочого ходу зварювальних агрегатів?

Тема 14. Заощадження електричної енергії в освітлювальних установках.

Загальні положення. Заходи з підвищення рівня енергоефективності під час експлуатації освітлювальних приладів.

Контрольні запитання до теми № 14

1. Якими способами можна досягти економії електричної енергії в системах освітлення?
2. Назвіть основні заходи з енергоощадження, які потрібно впроваджувати на стадії проектування систем освітлення промислових споживачів?
3. Розташуйте основні джерела світла за зростанням рівня їхньої енергетичної ефективності?
4. Як досягнути підвищення коефіцієнта корисної дії освітлювальних установок?
5. Як досягнути зменшення споживання реактивної потужності освітлювальними установками?

3. ЗАГАЛЬНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО ОРГАНІЗАЦІЇ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

Обов'язковим елементом успішного засвоєння навчального матеріалу дисципліни «Ефективне використання електроенергії в системах електроспоживання промислових підприємств» 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 лабораторних занять (аудиторної роботи).

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

- вивчення лекційного матеріалу;
- робота з опрацювання та вивчення рекомендованої літератури;
- підготовка до лабораторних занять;
- підготовка до дискусій та інших пропонуваніх викладачем завдань;
- робота над індивідуальним завданням;
- самоперевірка студентом 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 студенту основну інформацію, навчає розмірковувати, аналізувати, допомагає опанувати ключові знання, а також спрямовує самостійну роботу студента.

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

- лекція як головна початкова ланка, що визначає зміст і обсяг самостійної роботи студента;
- методичні прийоми читання лекцій, що активізують самостійну роботу студентів;

- 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 студента над вивченням теми чи розділу. Конспект допомагає в раціональній підготовці до лабораторних занять, складанні екзамену, 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 вноситься на самостійне опрацювання.

Підготовка до лабораторних занять. Підготовка до лабораторних 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.

Лабораторні 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 лабораторних занять самостійна робота здобувачів є обов'язковою частиною навчальної роботи, без якої успішне і якісне засвоєння навчального матеріалу неможливе.

Відповідно до навчального плану з кожної теми курсу проводяться лабораторні заняття. Щороку викладачі уточнюють тематичний план проведення семінарських і 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 лабораторних занять з освітньої компоненти. У методичних вказівках 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). Гарно організовані консультації дозволяють спрямувати самостійну роботу в потрібному напрямі, зробити раціональною та підвищити рівень її ефективності.

4. ПЕРЕЛІК ТЕМ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна	заочна
1	Експериментальна побудова графіків електричних навантажень	4	1
2	Дослідження оптимального режиму роботи трансформаторів на двохтрансформаторній підстанції	4	-
3	Автоматичне регулювання потужності конденсаторних установок	4	1
4	Експериментальне визначення рівнів вищих гармонік в електричних мережах	4	-
5	Дослідження параметрів якості електроенергії мережі з тиристорним джерелом живлення печей опору	4	-
6	Дослідження методів підвищення коефіцієнту потужності асинхронного двигуна	4	-
7	Визначення впливу електродугових установок на мережу живлення	4	1
8	Дослідження енергетичних параметрів печі опору з автоматичним регулюванням потужності	4	1
	Разом	32	4

5. ПЕРЕЛІК ПИТАНЬ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

Розподіл годин самостійної роботи здобувачів денної форми навчання:

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

- опрацювання лекційного матеріалу - 0,25 год./1год. лекцій - 8 год;

- опрацювання окремих тем програми або її частин, які не викладаються на лекціях – 47 год;

Виконання контрольної роботи студентами заочної форми навчання – 30 год.

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна	заочна
1	Енергозаощадження за рахунок усунення дефектів під час експлуатації вентиляторних установок	8	13
2	Енергозаощадження за рахунок заміни компресорів на нові з вищим коефіцієнтом корисної дії	8	13
3	Втрати стисненого повітря, технічної води, кисню, інших рідин та газів внаслідок незадовільного стану трубопроводів, з'єднувальної чи запірної арматури	8	13
4	Енергозаощадження за рахунок заміни стисненого повітря іншими енергоносіями	8	13
5	Оптимізація електричних та технологічних режимів роботи електропечей	8	13
6	Енергозаощадження за рахунок вдосконалення технології електрозварювання	6	13
7	Заходи з підвищення рівня	6	12

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна	заочна
	енергоефективності на стадії проектування систем освітлення промислових підприємств.		
8	Виконання контрольної роботи	-	30
9	Опрацювання лекційного матеріалу	8	1
10	Підготовка до аудиторних (лабораторних) занять	16	1
11	Підготовка до тестування	10	20
	Разом	86	142

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: запізнь 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 вибіркових 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 НПП 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 навчальних компонент 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 «Ефективне використання електроенергії в системах електроспоживання промислових підприємств» застосовують у період навчання самоконтроль, вхідний, поточний та семестровий контроль, у вигляді семестрового екзамену.

Самоконтроль призначений для самооцінки здобувачами вищої освіти якості засвоєння навчального матеріалу з розділу або теми дисципліни. З цією метою в методичних вказівках передбачені питання для самоконтролю.

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 лабораторних заняттях, здобувач допускається (чи не допускається) до виконання лабораторної роботи.

Поточний контроль проводять у письмовій формі (або тест у режимі он-лайн) методом тестування на лабораторних 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 (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.
4	Достатньо повно володіє навчальним матеріалом, обґрунтовано 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.
3	В цілому володіє навчальним матеріалом викладає його основний зміст під час усних виступів та

Усний виступ та виконання письмового завдання (бали)	Критерії оцінювання
	письмових відповідей, але без глибокого всебічного аналізу, обґрунтування та аргументації, без використання необхідної літератури допускаючи при цьому окремі суттєві неточності та помилки.
2	Не в повному обсязі володіє навчальним матеріалом. Фрагментарно, поверхово (без аргументації та обґрунтування) 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.
0	Не володіє навчальним матеріалом та не в змозі його викласти, не розуміє змісту теоретичних питань та практичних завдань.

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 екзамен оцінює рівень засвоєння навчального матеріалу здобувачем вищої освіти на лекційних та лабораторних 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		Екзамен	Сума
Змістовий модуль 1	Змістовий модуль 2	40	100

T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	ЗК1	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	ЗК2		
3	3	3	3	3	3	2	10	3	2	3	3	3	3	3	10		

T1...T14 – теми змістових модулів (ЗМ); ЗК1, ЗК2 - 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

За системою ЦНТУ	За шкалою ECTS	За національною системою	Визначення
			контролю в цілому виконав не повністю.
64-73	D	3 (задовільно)	Засвоїв лише окремі теми робочої програми. Не вмів 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 вмів 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 вмів викласти зміст більшості основних питань навчальної дисципліни. Не виконав більшості завдань кожної теми та рубіжного контролю в цілому.

У випадку проведення семестрового підсумкового контролю у формі екзамену, кожен з видів роботи (завдань), виконаних здобувачем вищої освіти впродовж семестру, оцінюється визначеною кількістю балів відповідно до схеми нарахування балів, що представлена в робочій програмі навчальної дисципліни. Здобувачі вищої освіти мають бути повідомлені про кількість набраних ними балів до початку екзаменаційної сесії.

Семестровий залік проводять відповідно до розкладу екзаменаційної сесії.

<p>Загальна система оцінювання курсу</p>	<p>Рейтинг із засвоєння дисципліни визначається за 100 бальною шкалою. Він складається з рейтингу з навчальної роботи впродовж семестру, для оцінювання якої призначається 60 балів, і рейтингу з атестації – 40 балів.</p>
<p>Вимоги до письмових робіт</p>	<p>Впродовж семестру кожен здобувач має виконати:</p> <ul style="list-style-type: none"> - лабораторні роботи загальною кількістю 8 шт.; - особистий опорний конспект лекцій; - тести змістових контролів. <p>Усі види робіт мають бути подані до початку заліково-екзаменаційної сесії. Відсутність письмових робіт не допустима. У разі дистанційного навчання, письмові роботи подаються на електронну пошту викладачеві або завантажують безпосередньо на сайт дистанційної освіти.</p>
<p>Умови допуску до підсумкового контролю</p>	<p>Наявність захищених лабораторних робіт, особистий опорний конспект лекцій, складені тести змістових контролів.</p>

Екзамен приймають науково-педагогічні працівники, які проводили лекційні заняття в академічній групі або читали лабораторні роботи з даної дисципліни (в окремих випадках створюють комісії, до складу яких входять 3 особи – науково-педагогічний працівник, який читав лекції, практичні заняття та завідувач кафедри).

ПЕРЕЛІК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Основи ефективного використання електричної енергії в системах електроспоживання промислових підприємств: навч. посіб. / [О. І. Соловей, В. П. Розен, П. Г. Плешков та ін.]; Кіровоград. нац. техн. ун-т. – Черкаси: Чабаненко Ю., 2015. – 316 с.

2. Конспект лекцій з курсу «Ефективне використання електроенергії в системах електроспоживання промислових підприємств» : для здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня зі спец. 141 "Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка" / уклад. П. Г. Плешков ; М-во освіти і науки України, Центральноукраїн. нац. техн. ун-т. – Кропивницький : ЦНТУ, 2023. – 266 с.

4. Ефективне використання електроенергії в системах електроспоживання промислових підприємств: метод. рекомендації до виконання лабораторних робіт / [уклад. : П. Г. Плешков, В.П. Солдатенко, В.В. Зінзура]; М-во освіти і науки України, Центральноукраїн. нац. техн. ун-т. - Кропивницький : ЦНТУ, 2023.

5. Ефективне використання електроенергії в системах енергоспоживання : метод. рекомендації до виконання курс. проекту / [уклад. : П. Г. Плешков, К. Г. Петрова, О. І. Сіріков та ін.] ; М-во освіти і науки України, Центральноукраїн. нац. техн. ун-т. - Кропивницький : ЦНТУ, 2023. - 128 с.

6. Маляренко В. А. Енергозбереження та енергетичний аудит: навч. посіб. / В. А. Маляренко, І. А. Немировський. – Харків: НТУ «ХП», 2010. – 341 с.

7. Плешков П. Г. Електропостачання промислових підприємств: навч. посіб. для курс. та дипл. проектування / П.Г. Плешков, А. Ю. Орлович, А. І. Котиш. – Кіровоград: РВЛ КНТУ, 2007. – 386 с.

8. Соловей О. І. Промислові електротехнологічні установки: навчальний посібник / О. І. Соловей. – К.: Кондор, 2009. – 174 с.

9. Плешков П. Г. Основи енергозбереження та енергозберігаючі режими в системах електропостачання промислових підприємств: навч. посіб./ Плешков П.Г., Казанцев Ю.І., Орлович А.Ю. – Кіровоград: КНТУ, 2007. – 182 с.

10. Енергозбереження засобами промислового електропривода: навч. посібник / О. М. Закладний, А. В. Праховник, О. І. Соловей. – К.: Кондор, 2005. – 408 с.

11. Електропривод: навч. посібник / О. М. Закладний, В. В. Прокопенко, О. О. Закладний. – К.: НТУУ «КПІ», 2007. – 316 с.

12. Петрова К.Г. Нормування питомих витрат електричної енергії у промисловості з використанням нейро-нечіткого моделювання / К.Г. Петрова, Б.С. Серебренніков // Електромеханічні і енергозберігаючі системи. – 2013. – № 3 (23). – С. 84 – 91.

13. Серебренніков Б.С. Вдосконалення ринкового механізму управління режимами роботи електроенергетичної системи / Б.С. Серебренніков, К.Г. Петрова // Енергетика та електрифікація. – 2014. – № 4. – С. 20 – 27.

14. Находов В.Ф. Аналіз діючих в Україні методик нормування питомих витрат паливно-енергетичних ресурсів / В.Ф. Находов, О.В. Бориченко, К.К. Кочетова // Промелектро. – 2007. – № 2. – С. 42 – 48.