

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЦЕНТРАЛЬНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет
будівництва та транспорту

Кафедра
електротехнічних
систем та енергетичного
менеджменту

ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧІ РЕЖИМИ В СИСТЕМАХ РОЗПОДІЛУ ТА СПОЖИВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ

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

Кропивницький
2022

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЦЕНТРАЛЬНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет
будівництва та транспорту

Кафедра
електротехнічних
систем та енергетичного
менеджменту

**ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧІ РЕЖИМИ В
СИСТЕМАХ РОЗПОДІЛУ ТА
СПОЖИВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ
ЕНЕРГІЇ**

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

Затверджено
на засіданні кафедри
електротехнічних систем та
енергетичного менеджменту
Протокол № 4 від 19.09.2022 р.

Кропивницький
2022

Енергозберігаючі режими в системах розподілу та споживання електричної енергії: методичні рекомендації до виконання самостійної роботи здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня зі спеціальності 141 "Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка" ОПІ "Електротехнічні системи електроспоживання"/ [уклад.: К.Г. Петрова], Центральноукр. нац. техн. ун-т. – Кропивницький: ЦНТУ, 2022. – 22 с.

Укладачі: К.Г. Петрова – доц., к.т.н., доц. каф. ЕТС та ЕМ;

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

© Петрова К.Г., 2022
© Центральноукраїнський
національний технічний
університет,
2022

ЗМІСТ

1. ВСТУП. МЕТА ТА ЗАВДАННЯ ОСВІТНЬОГО КОМПОНЕНТА.....	5
2. ІНФОРМАЦІЙНИЙ ОБСЯГ ОСВІТНЬОГО КОМПОНЕНТА.....	7
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1. ЕФЕКТИВНЕ ВИКОРИСТАННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ В СИСТЕМАХ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ТА ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИХ УСТАНОВКАХ.	7
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2. ЕФЕКТИВНЕ ВИКОРИСТАННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ В ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЧНИХ УСТАНОВКАХ.	11
3. ЗАГАЛЬНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО ОРГАНІЗАЦІЇ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ	14
4. ПЕРЕЛІК ТЕМ ПРАКТИЧНИХ РОБІТ	15
5. ПЕРЕЛІК ПИТАНЬ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ.....	16
6. ПОЛІТИКА ДИСЦИПЛІНИ	18
7. СИСТЕМА ПОТОЧНОГО Й ПІДСУМКОВОГО ОЦІНЮВАННЯ ЗНАНЬ ЗДОБУВАЧІВ ОСВІТИ.....	19
ПЕРЕЛІК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	22

1. ВСТУП. МЕТА ТА ЗАВДАННЯ ОСВІТНЬОГО КОМПОНЕНТА

Метою вивчення освітнього компонента "Енергозберігаючі режими в системах розподілу та споживання електричної енергії" є набуття здобувачами освіти знань щодо методів та способів ефективного використання електричної енергії та її заощадження в системах розподілу та споживання електричної енергії.

Завданням вивчення даного компонента є:

- формування компетентностей, важливих для особистісного розвитку фахівців та їхньої конкуренто-спроможності на сучасному ринку праці;
- засвоєння методів визначення втрат потужності та енергії в елементах системи електроспоживання;
- вивчення типових заходів з ефективного використання електричної енергії в системах електропостачання, в електромеханічних та електротехнологічних установках;
- ознайомлення з прогресивними способами енергоощадження.

Передумови для вивчення дисципліни (структурно-логічна схема підготовки фахівця).

Ефективність засвоєння змісту дисципліни «Енергозберігаючі режими в системах розподілу та споживання електричної енергії» значно підвищиться, якщо здобувач попередньо опанував матеріал наступних дисциплін: "Електричні системи та мережі", "Електричні машини", "Основи електроприводу", Електротехнологічні установки та пристрої", "Основи енергозбереження" та "Основи електропостачання".

У результаті вивчення навчальної дисципліни здобувач вищої освіти повинен набути наступних компетентностей:

Інтегральна компетентність:

Здатність розв'язувати складні задачі і проблеми під час професійної діяльності у галузі електроенергетики, електротехніки та електромеханіки або у процесі навчання, що передбачає проведення досліджень та/або здійснення інновацій та характеризується невизначеністю умов і вимог.

Загальні компетентності:

ЗК3. Здатність до пошуку, оброблення, оцінювання та аналізу інформації з різних джерел;

ЗК5. Здатність комунікувати з представниками різних професійних груп;

ЗК8. Здатність приймати рішення, адаптовані до ситуації (обставин);

ЗК9. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

Фахові компетентності:

ФК3. Здатність демонструвати обізнаність та вміння використовувати нормативно-правові акти, норми, правила й стандарти в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці;

ФК5. Здатність демонструвати знання і розуміння математичних принципів і методів, необхідних для використання в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці;

ФК7. Здатність використовувати навички роботи з комп'ютером та знання й уміння в області інформатики для вирішення експериментальних та практичних завдань інженерної діяльності;

ФК8. Здатність розробляти і впроваджувати обґрунтовані енергозберігаючі технології та енергоощадні заходи під час проектування, а також експлуатації електроенергетичного та електротехнічного устаткування, застосовувати спеціальні знання для створення енергоефективних систем електропостачання та електроспоживання з врахуванням вимог надійності, ефективності та безпеки експлуатації;

ФК13. Здатність контролювати та оцінювати режими роботи електроенергетичного обладнання в системах розподілу та споживання електричної енергії, впроваджувати заходи із підвищення рівня їх ефективності, розробляти технічні завдання на нові енергоефективні електроустановки, модернізацію та реконструкцію електроенергетичних об'єктів, обирати та обґрунтовувати застосування ефективних схем та параметрів.

Програмні результати навчання:

ПРН3. Знання нормативно-правової бази, що регулює провадження діяльності у сфері в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці.

ПРН5. Уміння обирати та застосовувати математичні методи та принципи, необхідні для використання в електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних системах.

ПРН7. Уміння застосовувати навички роботи з комп'ютером, інформаційні технології та програмні засоби під час вирішення конкретних задач професійної діяльності.

ПРН8. Уміння планувати та впроваджувати енергозберігаючі технології та енергоощадні заходи під час проектування, а також експлуатації електроенергетичного та електротехнічного устаткування; розробляти технічні завдання на нові енергоефективні установки, їх модернізацію, реконструкцію, обирати та обґрунтовувати застосування ефективних схем та параметрів в системах розподілу та споживання електричної енергії.

ПРН15. Уміння інтегрувати фундаментальні та спеціальні знання з інших дисциплін, застосовувати системний підхід та враховувати аспекти

різної природи під час розв'язання інженерних задач та проведення досліджень.

ПРН16. Уміння ефективно взаємодіяти на професійному та соціальному рівні з використанням інформаційних та комунікаційних технологій.

ПРН17. Уміння застосовувати професійні знання та навички у практичних ситуаціях.

ПРН18. Уміння контролювати та оцінювати режими роботи електроенергетичного обладнання в системах розподілу та споживання електричної енергії, впроваджувати заходи із підвищення рівня їх ефективності, розробляти технічні завдання на нові енергоефективні електроустановки, модернізацію та реконструкцію електроенергетичних об'єктів, обирати та обґрунтовувати застосування ефективних схем та параметрів.

2. ІНФОРМАЦІЙНИЙ ОБСЯГ ОСВІТЬОГО КОМПОНЕНТА

Змістовий модуль 1. Ефективне використання електричної енергії в системах електропостачання та електромеханічних установках.

Тема 1. Вступ. Зміст курсу. Можливості заощадження електричної енергії на промислових об'єктах.

Особливості живлення та розподілу електричної енергії на промислового підприємстві. Генеральний план підприємства, вибір центра та розрахунок картограми навантажень. Графіки електричних навантажень підприємства. Можливості вирівнювання добового графіка електричного навантаження. Реактивне навантаження підприємства.

Рекомендована література [1, ст.13-50; 4, ст.16-21; 8, ст.70-76; 12, ст. 49-54].

Контрольні запитання до теми № 1:

1. Наведіть приклади основних споживачів електричної енергії на підприємстві.

2. Як визначити центр навантажень та місце розташування ГЗП (ЦРП) промислового підприємства?

3. Дайте визначення основних характеристичних показників графіка електричних навантажень.

4. Поясніть фізичний зміст річного часу використання найбільшого навантаження та річного часу найбільших втрат.

5. Види графіків електричних навантажень. Принцип побудови річного ГЕН.

6. Назвіть негативні наслідки, спричинені нерівномірністю ГЕН, позитивні ефекти від вирівнювання графіка.

7. Наведіть вираз для визначення величини зменшення втрат електричної енергії в лінії за рахунок вирівнювання ГЕН.

8. Поясніть основні принципи формування тарифів на електричну енергію.

9. Які види тарифних систем діють на сьогоднішні для промислових споживачів?

10. Яким чином проводять розрахунки за споживану активну та реактивну потужності?

Тема 2. Заощадження електричної енергії в електричних мережах та трансформаторах.

Принципи заощадження електричної енергії в електричних мережах. Визначення втрат електричної потужності та енергії в лініях електропередачі. Заощадження електричної енергії в мережі шляхом рівномірного розподілення струму в перерізі шин. Заощадження електричної енергії в мережі шляхом переведення її на вищу напругу. Вирівнювання навантажень фаз у мережі 0,4 кВ.

Принципи заощадження електричної енергії в трансформаторах. Розрахунок втрат потужності та енергії. Вибір оптимального режиму роботи трансформаторів.

Рекомендована література [1, ст.51-80; 12, ст. 62-80].

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?

5. Як виконують розрахунок втрат електричної потужності та енергії в трансформаторах?

Тема 3. Заощадження електричної енергії за рахунок компенсації реактивної потужності та підтримання належного рівня якості електричної енергії.

Фізика процесу компенсації реактивної потужності. Вплив реактивної потужності на втрати активної потужності. Основні споживачі реактивної потужності на підприємствах. Підходи до зменшення рівня споживання реактивної потужності. Визначення ефективності використання компенсувальних засобів.

Вплив зміни якості електричної енергії на рівень втрат електричної енергії. Визначення додаткових втрат активної потужності в елементах системи електроспостачання, пов'язані зі зниженням якості електричної енергії. Основні методи та засоби підтримання належного рівня якості електричної енергії.

Рекомендована література [1, ст.80-120; 2, ст.132-136; 3, ст.14-27, ст.97-110; 12, ст. 84-101, 106-118, 144-165].

Контрольні запитання до теми № 3:

1. Чим спричинені втрати активної (реактивної) потужності в трансформаторі?
2. Дайте визначення змісту коефіцієнта підвищення втрат активної потужності.
3. Умова вибору оптимального режиму роботи групи трансформаторів.
4. За яким критерієм визначають економічно доцільне розташування джерел реактивної потужності на підстанціях розподільної мережі?
5. У яких випадках для компенсації реактивної потужності доцільно застосовувати синхронні компенсатори?
6. Сформулюйте кроки алгоритму розрахунку потужності компенсувальних пристроїв.
7. Що обумовлює зменшення втрат електричної енергії в елементах мережі у випадку встановлення компенсувальних пристроїв?
8. Як впливає зниження рівня якості електричної енергії на втрати в системі електроспостачання?
9. Наведіть вирази для визначення додаткових втрат від несиметрії та несинусоїдальності напруги в елементах системи електроспостачання підприємства.
10. Назвіть основні методи та засоби забезпечення належного рівня якості електричної енергії.

Тема 4. Заощадження електричної енергії у двигунах.

Загальні положення. Принципи 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.

Рекомендована література [1, ст.127-147, 12, ст.193-209].

Контрольні запитання до теми № 4:

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 5. Заощадження електричної енергії в помпових, вентиляційних та компресорних установках.

Основні характеристики та визначення потужності електродвигуна помпи. Підвищення коефіцієнта корисної дії помп. Покращення завантаження помп та вдосконалення регулювання їх роботи. Впровадження частотно-регульованого електропривода.

Принципи заощадження електричної енергії у вентиляційних установках. Заміна вентиляторів на сучасні. Впровадження енергоефективних способів регулювання подавання вентиляторів. Покращення роботи вентиляторів за рахунок зміни режиму їх роботи. Впровадження автоматичного керування вентиляційними установками.

Способи зменшення споживання електричної енергії для забезпечення підприємства стисненим повітрям. Зменшення номінального робочого тиску компресорної установки. Впровадження прямоточних клапанів у поршневих компресорах. Підігрівання стисненого повітря перед пневмоприймачами. Заміна компресорів на нові з вищим коефіцієнтом корисної дії. Зменшення витоків стисненого повітря. Заміна стисненого повітря іншими енергоносіями.

Рекомендована література [1, ст.147-194; 12, ст. 218-231, 237-254].

Контрольні запитання до теми № 5:

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?

6. Які заходи дозволяють зменшити витрати електричної енергії у вентиляційних установках?

7. Як визначити витрату електричної енергії на привод вентиляційної установки?

8. Які дефекти вентиляційних установок призводять до нерациональної витрати енергії?

9. Якими шляхами можна покращити роботу вентиляторів?

10. Що досягається за рахунок впровадження автоматичного керування вентиляційними установками?

11. В яких галузях промисловості та для чого використовують стиснене повітря як енергоносію?

12. Як розрахувати необхідну потужність компресора?

13. Як максимально зменшити втрати електричної енергії під час використання стисненого повітря?

14. У чому полягає резонансне надування поршневих компресорів?

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

Змістовий модуль 2. Ефективне використання електричної енергії в електротехнологічних установках.

Тема 6. Заощадження електричної енергії в дугових сталеплавильних печах.

Загальні положення. Енергетичний баланс дугової печі. Техніко-економічні показники печей. Підходи до заощадження електричної енергії в дугових сталеплавильних печах. Способи зменшення електричних втрат. Способи зменшення теплових втрат. Зменшення тривалості простоїв печі. Оптимізація електричних та технологічних режимів роботи електropечей.

Рекомендована література [1, ст.197-222].

Контрольні запитання до теми № 6:

1. Які основні особливості та вимоги до викладення матеріалу в літературному огляді?

2. Які основні складові витрат електричної енергії в дугових сталеплавильних печах?

3. У чому полягає підготовка та попереднє підігрівання шихти?

4. Як зменшити електричні (теплові) втрати в дугових сталеплавильних печах?

5. Що належить до основних техніко-економічних показників дугових сталеплавильних печей?

6. Як забезпечити інтенсивне перемішування металу в дугових сталеплавильних печах?

Тема 7. Заощадження електричної енергії в печах опору та індукційних установках.

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

Загальні положення, принцип індукційного нагрівання. Енергетичний баланс. Технічні та експлуатаційні показники плавлення. Шляхи заощадження електричної енергії в індукційних установках.

Рекомендована література [1, ст.222-252; 12, ст. 269-293, 300-322].

Контрольні запитання до теми № 7:

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.
6. У чому полягає принцип індукційного нагрівання?
7. Які переваги індукційного нагрівання в порівнянні з іншими методами?
8. Назвіть основні витратні статті енергетичного балансу індукційних печей.
9. Як досягнути заощадження електричної енергії в індукційних установках?
10. За рахунок чого можна підвищити економічні показники індукційного тигельного плавлення?

Тема 8. Заощадження електричної енергії в електрозварювальних установках.

Загальні положення. Коефіцієнт корисної дії установок різних видів зварювання. Питоме споживання електричної енергії для різних видів і способів зварювання. Вибір оптимального способу електрозварювання. Усунення або зменшення тривалості неробочого ходу зварювальних агрегатів. Вдосконалення технології електрозварювання.

Рекомендована література [1, ст.264-269; 12, ст. 262-263].

Контрольні запитання до теми № 8:

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 9. Заощадження електричної енергії в електрохімічних установках.

Загальні положення. Принцип дії електрохімічних установок Рівень ефективності роботи електролізної установки. Еквівалентний коефіцієнт потужності електролізних установок. Нормалізований електричний баланс електролізного цеху. Оптимізація режимів роботи електрохімічних установок.

Рекомендована література [1, ст.264-269; 12, ст. 262-263].

Контрольні запитання до теми № 9:

1. Як оцінити рівень ефективності роботи електролізної установки?
2. Назвіть основні витратні статті енергетичного балансу електролізної ванни.
3. Назвіть основні показники потужних електрохімічних установок.
4. Поясніть, який вплив здійснюють електрохімічні установки на мережу живлення?
5. Як досягнути заощадження електричної енергії в електрохімічних установках?

Тема 10. Заощадження електричної енергії в освітлювальних установках.

Загальні положення. Заходи з підвищення рівня енергоефективності на стадії проектування систем освітлення промислових підприємств. Енергетична ефективність джерел світла. Заходи з підвищення рівня енергоефективності під час експлуатації освітлювальних приладів. Перехід на джерела світла з вищою світловіддачею та більшим коефіцієнтом корисної дії. Використання джерел світла в денний час. Завищення встановленої потужності освітлювальних установок. Підвищення ККД освітлювальних установок за рахунок їх очищення та зміни кольору стін. Підтримання номінальних рівнів напруги в освітлювальній мережі. Підвищення рівня ефективності використання електричної енергії за рахунок автоматизації управління освітленням. Впровадження енергоефективної пускорегулювальної апаратури.

Рекомендована література [1, ст.270-309; 12, ст. 169-184].

Контрольні запитання до теми № 10:

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 «Енергозберігаючі режими в системах розподілу та споживання електричної енергії» 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 здобувачі: вивчення лекційного матеріалу; робота з опрацювання та вивчення рекомендованої літератури; підготовка до практичних занять; робота над індивідуальним практичним завданням; самоперевірка здобувачем власних знань за запитаннями для діагностики рівня знань; підготовка до дискусій а інших запропонованих викладачем завдань 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 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 практичних 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 виноситься на самостійне опрацювання.

Підготовка до практичних занять. Підготовка до практичних занять розпочинається з опрацювання лекційного та методичного матеріалу до заданого заняття. 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. 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.

У розділі 4 наведено перелік тем практичних робіт.

4. ПЕРЕЛІК ТЕМ ПРАКТИЧНИХ РОБІТ

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна	заочна
1	2	3	4
1	Визначення зменшення втрат електричної енергії за рахунок вирівнювання графіка електричного навантаження	2	-

1	2	3	4
2	Розрахунок економічно доцільного режиму роботи групи трансформаторів	2	1
3	Вивчення методів заощадження електричної енергії шляхом компенсації реактивної потужності	4	-
4	Оцінювання рентабельності заміни недовантажених асинхронних двигунів	2	-
5	Заощадження електричної енергії за рахунок перемикання обмоток статора за схемою «трикутник» - «зірка»	2	-
6	Вивчення методів заощадження електричної енергії в дугових сталеплавильних печах	4	-
7	Вивчення методів заощадження електричної енергії в печах опору	4	1
	Всього	18*	2*

*- кількість годин орієнтовна і може бути змінена відповідно до робочої програми дисципліни.

5. ПЕРЕЛІК ПИТАНЬ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

№ з/п	Вид самостійної роботи здобувача	Кількість годин	
		очна	заочна
1	2	3	4
1	Опрацювання лекційного матеріалу (0,25 год./1год. лекцій)	7	2
2	Підготовка до практичних занять (0,5 год./1год. практичних занять)	7	4
3	Опрацювання тем (питань) програми, які не викладалися на лекціях (4 год./1год. в лекц. викл.)		
3.1	Тема 1С. Технологічні та технічні фактори заощадження електричної енергії в системах електропостачання промислових об'єктів	16	28
3.2	Тема 2С. Економічні та організаційні фактори заощадження електричної енергії в системах електропостачання промислових об'єктів	16	28

1	2	3	4
3.3	Тема 3С. Системи автоматичного управління освітленням. Застосування схем ввімкнення та вимкнення освітлення для сходових маршів	17	28
4	Підготовка до тестування	15	14
5	Виконання контрольних робіт	-	10
	Разом	78*	114*

*- кількість годин орієнтовна і може бути змінена відповідно до робочої програми дисципліни.

Індивідуальні завдання (контрольна робота)

Варіант №1. Контрольна робота: **Контроль ефективності використання електричної енергії в агрегатах з розробленням заходів із заощадження електричної енергії.**

Початковими даними для розрахунку є дані про фактичний обсяг випуску продукції (Q), фактичне споживання електроенергії по агрегату (W_1) і відповідні значення технологічних параметрів (X_1 і X_2); планові значення продуктивності агрегату та технологічних параметрів.

Зміст контрольної роботи

Розділ 1. Побудова основних енергетичних характеристик агрегатів розрахунково-статистичним методом

Розділ 2. Побудова енергетичної діаграми агрегату та Вибір енергоефективних режимів його роботи

Розділ 3. Коригування основних енергетичних характеристик агрегату

Розділ 4. Розроблення заходів із заощадження електричної енергії (згідно варіанту).

Варіант № 2. Контрольна робота: **Виведення енергетичної характеристики заводу як нелінійного кореляційного зв'язку з розробленням заходів із заощадження електричної енергії.**

Початковими даними для розрахунку є загальна встановлена та середня потужності заводу, споживання електроенергії за добу та фактичне питоме споживання; подвійна кореляційна таблиця для виводу зв'язку $w/p_y=f(\alpha)$.

Зміст контрольної роботи

1. Коротка характеристика заводу;
2. Розрахунок річних графіків за потужностями;

3. Розробка схеми електропостачання заводу;
4. Визначення втрат енергії в СЕП і складання енергетичного балансу;
5. Розроблення й виведення енергетичної характеристики заводу;
6. Розроблення енергоощадних заходів (згідно варіанту).

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. (<http://surl.li/flabf>).

Відвідування занять:

Відвідування 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:

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

Позааудиторні заняття:

Передбачено можливість в межах вивчення навчальної дисципліни додаткових 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 Центральноукраїнському національному технічному університеті здобувачі, викладачі та адміністрація діють відповідно до: Положення про організацію освітнього процесу в ЦНТУ; Положення про організацію вивчення вибіркокових 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 ЗНАТЬ ЗДОБУВАЧІВ ОСВІТИ

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 «Методи планування та організації наукових досліджень в енергетиці» 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, крім того на сайті дистанційної освіти після кожної лекції є невеличкі тести.

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

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.

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, вмє 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.

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 наведена в робочій програмі навчальної дисципліни. Здобувачі вищої освіти мають бути повідомлені про кількість набраних ними балів до початку екзаменаційної сесії.

Семестровий екзамен проводять відповідно до розкладу в період екзаменаційної сесії.

<p>Загальна система оцінювання курсу</p>	<p><i>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.</i></p>
<p>Вимоги до письмових робіт</p>	<p><i>Впродовж семестру кожен здобувач має виконати:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - всі практичні робіт.; - мати особистий конспект лекцій; - тести змістових контролів. <p><i>Усі види робіт мають бути подані до початку заліково-екзаменаційної сесії. Відсутність письмових практичних робіт не допускається. У разі дистанційного навчання, письмові роботи подаються на електронну пошту викладачеві або завантажують безпосередньо на сайт дистанційної освіти.</i></p>
<p>Умови допуску до підсумкового контролю</p>	<p>Наявність захищених практичних 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. Соловей О.І. Основи ефективного використання електричної енергії в системах електроспоживання промислових підприємств: навч. посіб. / Соловей О. І., Розен В. П., Плешков П.Г. та ін. – М-во освіти і науки України, Кіров. нац. техн. ун-т. – Черкаси: видавець Чабаненко Ю., 2015. – 316 с.
2. Давидов О. Ю., Бялобржеський О. В. Аналіз засобів компенсації реактивної потужності в електротехнічних системах // Вісник КДУ імені Михайла Остроградського . – 2010. – № 3(62). – С. 132-136.
3. Енергетична ефективність систем електропостачання: монографія / Г.Г. Півняк, І.В. Жежеленко, Ю.А. Папайка; М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – 2-ге вид., переробл. і допов. – Дніпро: НТУ «ДП», 2018. – 148 с.
4. Петрова К.Г. Комплексне регулювання режиму електронавантаження промислових споживачів / К.Г. Петрова, Б.С. Серебренніков // Промелектро. – 2014. – № 1. – С.16 – 21.
5. Соловей О. І. Промислові електротехнологічні установки: навч. посіб. / О. І. Соловей. – К.: Кондор, 2009. – 174 с.
6. Лендбель М.О., Іваницький В.П., Гичка А.Ю. Енергозбереження та енергоаудит: методичний інформаційний посібник. - Ужгород: В-во УжНУ, 2021. - 35 с.
7. Канюк Г.І., Пугачова Т.М., Без'язичний В.Ф., Близниченко О.М., Шматков Д.І. Основи енерго- і ресурсозбереження: навчальний посібник. – Харків: друкарня “Мадрид”, 2016. – 230 с.
8. Серебренніков Б.С. Управління режимом електроспоживання промислових споживачів з використанням технологічного ресурсу / Б.С. Серебренніков, К.Г. Петрова // Електротехніка та електроенергетика. – 2013. – № 1. – С. 70 – 76.
9. Енергозбереження: навчальний посібник. Краснянський М.Ю. – К.: Видавничий дім «Кондор», 2018. – 136 с.
10. Канюк Г.І., Пугачова Т.М., Без'язичний В.Ф., Близниченко О.М., Шматков Д.І. Основи енерго- і ресурсозбереження: навчальний посібник. – Харків: друкарня «Мадрид», 2016. – 230 с.
11. Енергоефективність та енергозбереження: економічний, техніко-технологічний та екологічний аспекти: колективна монографія / Кол. авторів; за заг. ред. П. М. Макаренка, О. В. Калініченка, В. І. Аранчій. Полтава: ПП “Астра”, 2019. – 603 с.
12. Маліновський А. А., Музичак А. З., Турковський В. Г. Навчальний посібник. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2022. - 348 с.