



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЦЕНТРАЛЬНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Кафедра ЕТС та ЕМ



СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

| | |
|---|---|
| Назва курсу | Енергозберігаючі режими в системах розподілу та споживання електричної енергії |
| Рівень вищої освіти, галузь знань, спеціальність, освітня програма | Рівень вищої освіти: другий (магістерський) Галузь знань: 14 «Електрична інженерія» Спеціальність: 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» Освітньо-професійна програма: «Електротехнічні системи електроспоживання» |
| Викладач  | Катерина ПЕТРОВА, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри ЕТС та ЕМ |
| Контактний тел. | +38(066) 612-73-41 |
| Е-mail: | kateflash27@gmail.com |
| Обсяг та ознаки дисципліни | Обов'язкова дисципліна професійної підготовки, змістових модулів – 2. Форма контролю: екзамен. Загальна кількість кредитів – 4, годин – 120, у т.ч. лекції – 32 години, практичні заняття – 16 годин, самостійна робота – 72 години. Формат: очний (offline / face to face) / дистанційний (online). Мова викладання: українська. Рік викладання – 2023. |
| Консультації | Консультації проводяться відповідно до Графіку, розміщеному в інформаційному ресурсі moodle.kntu.kr.ua; у режимі відео конференцій Zoom, через електронну пошту, Viber, Telegram за домовленістю. |
| Пререквізити | Особливі вимоги відсутні |

1. Мета і завдання дисципліни

Метою вивчення навчальної дисципліни "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 даної дисципліни 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.

2. Результати навчання

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.

Пререквізити

Особливих вимог немає, однак 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".

3. Політика курсу та академічна доброчесність

Очікується, що здобувачі вищої освіти будуть дотримуватися принципів академічної доброчесності, усвідомлювати наслідки її порушення.

Під час організації освітнього процесу в Центральноукраїнському національному технічному університеті здобувачі вищої освіти, викладачі та адміністрація діють відповідно до: Положення про організацію освітнього процесу; Положення про організацію вивчення вибіркових навчальних дисциплін та формування індивідуального навчального плану ЗВО; Кодексу академічної доброчесності ЦНТУ.

4. Програма навчальної дисципліни

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 промисловому підприємстві. Генеральний план підприємства, вибір центра та розрахунок картограми навантажень. Графіки електричних навантажень підприємства. Можливості вирівнювання добового графіка електричного навантаження. Реактивне навантаження підприємства.

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.

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.

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.

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

Основні характеристики та визначення потужності електродвигуна помпи. Підвищення коефіцієнта корисної дії pomp. Покращення завантаження pomp 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.

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 електропечей.

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.

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.

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.

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.

5. Система оцінювання та вимоги

Впродовж семестру здобувач може отримати максимально 60 балів, у тому числі: перший рубіжний контроль – 30 балів, другий рубіжний контроль – 30 балів; 40 балів виносяться на екзамен. По поточному контролю здобувач може набрати бали за активність на лекційних та практичних заняттях, виявлення рівня підготовки здобувачів із зазначеної теми під час опитування, тестування, презентації контрольних завдань.

Під час виставлення загальної оцінки за екзамен враховуються результати навчальної роботи здобувача впродовж семестру.

Критерії оцінювання екзамену:

оцінку «**відмінно**» (90-100 балів, А) заслуговує здобувач, який:

- всебічно, систематично і глибоко володіє навчально-програмовим матеріалом;
- вміє самостійно виконувати завдання, передбачені програмою, використовує набуті знання і вміння у нестандартних ситуаціях;

- засвоїв основну і ознайомлений з додатковою літературою, яка рекомендована програмою;

- засвоїв взаємозв'язок основних понять дисципліни та усвідомлює їх значення для професії, яку він набуває;

- вільно висловлює власні думки, самостійно оцінює різноманітні життєві явища і факти, виявляючи особистісну позицію;

- самостійно визначає окремі цілі власної навчальної діяльності, виявив творчі здібності і використовує їх при вивченні навчально-програмового матеріалу, проявив нахил до наукової роботи.

оцінку **«добре»** (82-89 балів, В) – заслуговує здобувач, який:

- повністю опанував і вільно (самостійно) володіє навчально-програмовим матеріалом, в тому числі застосовує його на практиці, має системні знання в достатньому обсязі відповідно до навчально-програмового матеріалу, аргументовано використовує їх у різних ситуаціях;

- має здатність до самостійного пошуку інформації, а також до аналізу, постановки і розв'язування проблем професійного спрямування;

- під час відповіді допустив деякі неточності, які самостійно виправляє, добирає переконливі аргументи на підтвердження вивченого матеріалу;

оцінку **«добре»** (74-81 бал, С) заслуговує здобувач, який:

- в загальному роботу виконав, але відповідає на екзамені з певною кількістю помилок;

- вміє порівнювати, узагальнювати, систематизувати інформацію під керівництвом викладача, в цілому самостійно застосовувати на практиці, контролювати власну діяльність;

- опанував навчально-програмовий матеріал, успішно виконав завдання, передбачені програмою, засвоїв основну літературу, яка рекомендована програмою;

оцінку **«задовільно»** (64-73 бали, D) – заслуговує здобувач, який:

- знає основний навчально-програмовий матеріал в обсязі, необхідному для подальшого навчання і використання його у майбутній професії;

- виконує завдання, але при рішенні допускає значну кількість помилок;

- ознайомлений з основною літературою, яка рекомендована програмою;

- допускає на заняттях чи екзамені помилки при виконанні завдань, але під керівництвом викладача знаходить шляхи їх усунення.

оцінку **«задовільно»** (60-63 бали, E) – заслуговує здобувач, який:

- володіє основним навчально-програмовим матеріалом в обсязі, необхідному для подальшого навчання і використання його у майбутній професії, а виконання завдань задовольняє мінімальні критерії. Знання мають репродуктивний характер.

оцінка **«незадовільно»** (35-59 балів, FX) – виставляється студенту, який:

- виявив суттєві прогалини в знаннях основного програмового матеріалу, допустив принципові помилки у виконанні передбачених програмою завдань.

оцінку **«незадовільно»** (35 балів, F) – виставляється студенту, який:

- володіє навчальним матеріалом тільки на рівні елементарного розпізнавання і відтворення окремих фактів або не володіє зовсім;

- допускає грубі помилки при виконанні завдань, передбачених програмою;
- не може продовжувати навчання і не готовий до професійної діяльності після закінчення університету без повторного вивчення даної дисципліни.

Шкала оцінювання: національна та ЄКТС

| Сума балів за всі види навчальної діяльності | Оцінка ЄКТС | Оцінка за національною шкалою | |
|--|-------------|--|---|
| | | для екзамену, курсового проекту (роботи), практики | для заліку |
| 90-100 | A | відмінно | зараховано |
| 82-89 | B | добре | |
| 74-81 | C | | |
| 64-73 | D | задовільно | |
| 60-63 | E | | |
| 35-59 | FX | незадовільно з можливістю повторного складання | не зараховано з можливістю повторного складання |
| 1-34 | F | незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни | не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни |

6. Рекомендована література

Методичне забезпечення

1. Енергозберігаючі режими електропостачання: методичні вказівки до виконання курсового проекту для здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня зі спеціальності 141 "Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка" / [уклад.: П.Г. Плешков, К.Г. Петрова], Центральноукр. нац. техн. ун-т. – Кропивницький: ЦНТУ, 2020. – 77 с.

2. Енергозберігаючі режими електропостачання: методичні рекомендації до виконання практичних робіт для здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня зі спеціальності 141 "Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка" (освітні програми "Електротехнічні системи електроспоживання" та "Енергетичний менеджмент") / [уклад.: К.Г. Петрова], Центральноукр. нац. техн. ун-т. – Кропивницький: ЦНТУ, 2021. – 50 с.

3. 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.

Базова

1. Основи ефективного використання електричної енергії в системах електроспоживання промислових підприємств: навч. посіб./ Соловей О. І., Розен В. П., Плешков П. Г., Серебренніков С. В., Петрова К. Г., Ткаченко В. Ф. – Черкаси: ЧДТУ, 2015. – 287 с.

2. Енергозбереження: навчальний посібник. Краснянський М.Ю. – К.:

Видавничий дім «Кондор», 2018. – 136 с.

3. Енергетична ефективність систем електропостачання: монографія / Г.Г. Півняк, І.В. Жежеленко, Ю.А. Папаїка; 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. Christen T. Efficiency and Power in Energy Conversion and Storage: Basic Physical Concepts Publisher: CRC Press; 1st edition, 2018. - 168 p.

5. Енергоефективні системи освітлення для промислових та комунально-побутових споживачів: навч. посіб. / П. Г. Плешков, А. Ю. Орлович, С. В. Серебренніков [та ін.] ; ред. П. Г. Плешков. - Кропивницький : ЦНТУ, 2018. - 246 с. Детальніше за посиланням: <http://surl.li/kyllx>

6. 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 “Астроя”, 2019. – 603 с.

7. Енергоефективні технології: навчальний посібник / А. С. Мандрика та ін.; за заг. ред. А. С. Мандрики. – Суми: Сумський державний університет, 2021. – 330 с.

Допоміжна

1. 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.

2. Петрова К.Г. Комплексне регулювання режиму електронавантаження промислових споживачів / К.Г. Петрова, Б.С. Серебренніков // Промелектро. – 2014. – № 1. – С.16 – 21.

3. Dzyadykevych Y. V. The Directions in Increasing Energy Security of Ukraine // The Advanced Science Journal. – ISSUE 9. – 2014. p. 123-127.

4. Mu, X. (2021). Electrical power systems energy saving and consumption reduction through transformer capacity and operation scheme. Paper presented at the IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 804(3) doi:10.1088/1755-1315/804/3/032047

5. Plieshkov P.H. Securement of the optimal microclimate parameters in accomodations of the educational institutions for children by implementation of the system of local air recuperation / P.H. Plieshkov, K.H. Petrova, I.V. Savelenko, O.I. Sirikov, N.Yu. Harasova // Ukrainian Journal of Ecology, No 10(2), 2020. – P. 1 – 7.

6. An. Zahorulko, A. Zagorulko, M. Yancheva, O. Dromenko, M. Sashnova, K. Petrova, L. Polozhyshnikova, N. Budnyk Improvement of the continuous "pipe in pipe" pasteurization unit // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies.- 4/11 (106) 2020. p. 70-75. DOI: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.208990>. Посилання на статтю: <http://journals.uran.ua/eejet/article/view/208990>.

7. Петрова К.Г. Підвищення рівня ефективності роботи існуючих розподільчих мереж 6(10) кВ за рахунок їх переведення на напругу 20 кВ / К.Г. Петрова, Абдалазіз Ібрахем Логман // Автоматика, комп'ютерно-інтегровані

технології та проблеми енергоефективності в промисловості і сільському господарстві (АКІТ-2018): Кропивницький, 15-16 листопада 2018 р.: мат. конф. – Кропивницький: ПП «Ексклюзив-Систем», 2018. – С. 93-95.

8. Хоменко Д., Петрова К. Аналіз поточного стану проблеми функціонування енерготехнологічного комплексу сушіння твердих корисних копалин / Матер. міжнародної науково-практичної on-line конференції “Проблеми енергоефективності та автоматизації в промисловості та сільському господарстві”, ЦНТУ. - м. Кропивницький, 11-12 листопада 2020 р.

9. Котиш А.І. Надлишкові технічні втрати електроенергії в електротехнічних системах електроспоживання / А.І. Котиш, І.В. Савеленко, К.Г. Петрова // Вісник Хмельницького національного університету. Серія: «Технічні науки». – Хмельницький, 2022. – Вип. 6, т. 2 (315). – С. 69–73. Посилання на статтю: <http://surl.li/kylmc>

10. Energy 2020. A strategy for competitive, sustainable and secure energy: Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions: Doc. COM (2010) 639 final. Brussels, 10.11.2010 [Electronic resource] // EUR-Lex. Access to European Union law.

Інформаційні ресурси:

1. Дистанційна освіта ЦНТУ [Електронний ресурс] / МОН України. – Кропивницький, 2023. – Режим доступу: <http://surl.li/kylmr>. – Курс «Енергозберігаючі режими в системах розподілу та споживання електричної енергії [3-46]».

2. Дистанційна освіта ЦНТУ [Електронний ресурс] / МОН України. – Кропивницький, 2023. – Режим доступу: <http://surl.li/kylnl>. – Курс "Energy saving modes in energy supply".

3. Центральноукраїнський національний технічний університет: кафедра «Електротехнічні системи та енергетичний менеджмент» [Електронний ресурс] / МОН України. – Кропивницький: Кафедра ЕТС та ЕМ, 2023. – Режим доступу: <http://etsem.kntu.kr.ua/>. – Назва з екрану.

4. Енергетична стратегія України на період до 2030 року. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/signal/kr06145a.doc>

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

6. Національна бібліотека України імені В.І. Вернадського. Режим доступу: <http://nbuv.gov.ua/>

Розглянуто і схвалено на засіданні кафедри ЕТС та ЕМ, Протокол № 1 від «28» серпня 2023 року.