


Вінницький національний технічний університет
Факультет електроенергетики та електромеханіки
Кафедра електричних станцій та систем

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з науково-педагогічної
роботи та організації освітнього про-
цесу

 Олександр ПЕТРОВ

“ 22 ” 06 2023 року








РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
ЕКСПЛУАТАЦІЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ СТАНЦІЙ

рівень вищої освіти	другий (магістерський)
галузь знань	14 Електрична інженерія
спеціальність	141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
освітня програма	Електричні станції

СУЯ ВНТУ-08-21-РП.008.01:23

2023 рік

Робоча програма навчальної дисципліни
 «Експлуатація електричних станцій»
 рівень вищої освіти – другий (магістерський)
 галузь знань – 14 Електрична інженерія
 спеціальність – 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
 освітня програма Електричні станції
 2023. — 13 с.

	Посада Протокол засідання	ПІБ	Підпис
Розроблено	Доцент кафедри ЕСС	к.т.н., доцент Віра ТЕПТЯ	
Схвалено	Гарант освітньої програми	к.т.н., професор Олександр РУБАНЕНКО	
	Зав. кафедри ЕСС засідання кафедри ЕСС (протокол № 15 від 23.05.2023 р.)	д.т.н., професор Вячеслав КОМАР	
	Голова Методичної комісії ФЕЕЕМ Методична комісія ФЕЕЕМ (протокол № 10 від 12.06.2023 р.)	к.т.н., доцент Михайло РОЗВОДЮК	
Затверджено	Голова методичної ради Методична рада ВНТУ (протокол № 11 від 22.06.2023 р.)	к.т.н., доцент Олександр ПЕТРОВ	

© В. В. Тептя, 2023
 © ВНТУ, 2023

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітні програми, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 5	Галузь знань 14 Електрична інженерія	Вибіркова професійна	
Модулів – 2	Спеціальність 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка освітня програма: Електричні станції	Рік підготовки (курс):	
Змістових модулів – 2		1	2
Індивідуальне науково-дослідне завдання (реферати, розрахункові, графічні, розрахунково-графічні роботи, контрольні роботи, що виконуються під час СРС (домашні контрольні роботи), курсові, дипломні проекти (роботи) та ін. рішенням кафедри)		Семестр	
Загальна кількість годин - 150		2-й	3-й
		Лекції	
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 3,0 самостійної роботи студента – 5,3	Рівень вищої освіти: другий (магістерський)	27 год.	10 год.
		Практичні, семінарські	
		27	5
		Лабораторні	
		-	-
		Курсовий проект	
		-	-
Самостійна робота			
96 год.	135 год.		
		Вид контролю: диф.залік	

Примітка.

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить:

для денної форми навчання – 36% - 64%,
для заочної форми навчання – 10% - 90%.

Мова навчання – українська.

2. Передумови для вивчення дисципліни

Дисципліна «Експлуатація електричних станцій» базується на вивченні завдань технічної експлуатації та обслуговування обладнання електростанцій. Ця дисципліна безпосередньо пов'язана і доповнює такі базові дисципліни, як «Системи автоматизованого проектування електроустановок», «Електрична частина станцій та підстанцій», «Електричні системи та мережі», «Електричні машини», «Електричні апарати», «Перехідні процеси», «Техніка високих напруг».

3. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета вивчення навчальної дисципліни полягає у формуванні у здобувачів вищої освіти знань та навичок в області технічної експлуатації електричних станцій (ЕС) на основі наукової бази електротехніки, всебічного, систематичного вивчення її теоретичних основ; оволодінні інструментарієм прийняття ефективних рішень під час експлуатації обладнання електричних станцій.

Компетентності, якими повинен оволодіти здобувач в результаті вивчення дисципліни

Вивчення навчальної дисципліни передбачає формування та розвиток у студентів компетентностей:

Інтегральної: Здатність розв'язувати складні проблеми і задачі 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.

Загальних:

ЗК04. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях та продовжувати навчання з високим ступенем автономії.

ЗК06. Здатність приймати обґрунтовані рішення, застосовувати кращі практики у професійній діяльності.

Спеціальних (фахових):

СК02. Здатність застосовувати існуючі та розробляти нові методи, методики, технології та процедури для вирішення інженерних завдань електроенергетики та електротехніки.

СК04. Здатність розробляти та впроваджувати заходи з підвищення надійності, ефективності та безпеки при проектуванні та експлуатації обладнання та об'єктів електроенергетики.

СК06. Здатність демонструвати знання і розуміння математичних принципів і методів, необхідних для використання в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці.

СК12. Здатність розробляти плани і проекти для забезпечення досягнення поставленої певної мети з урахуванням всіх аспектів проблеми, що вирішується, включаючи виробництво, експлуатацію, технічне обслуговування та утилізацію обладнання електроенергетичних систем.

СК13. Здатність демонструвати обізнаність та вміння використовувати нормативно-правові актів, норми, правила й стандарти в електроенергетиці.

СК18. Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з диспетчеризацією та оптимальним керуванням системами виробництва, передачі та розподілення електричної енергії.

Програмні результати вивчення дисципліни

РН1. Знаходити варіанти підвищення енергоефективності та надійності електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного обладнання й відповідних комплексів і систем.

РН4. Окреслювати план заходів з підвищення надійності, безпеки експлуатації та продовження ресурсу електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного обладнання і відповідних комплексів і систем.

РН5. Аналізувати процеси в електроенергетичному, електротехнічному та електромеханічному обладнанні і відповідних комплексах і системах.

РН22. Демонструвати розуміння нормативно-правових актів, норм, правил та стандартів в області електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

Контрольні заходи

Поточний та підсумковий контроль знань студентів проводиться шляхом фронтального, індивідуального чи комбінованого опитування студентів під час лекційного заняття, контрольних робіт, колоквіумів, тестування, диференційного заліку.

На поза аудиторну/самостійну роботу виноситься вивчення окремих проблем курсу, написання рефератів та контрольних робіт (для студентів заочної форми навчання), підготовка до лекційних та практичних занять, колоквіумів, тестування, заліку, виконання індивідуальних науково-дослідних завдань (підготовка доповідей на щорічну науково-теоретичну конференцію викладачів, співробітників та студентів ВНТУ).

4. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Організація та проведення експлуатації основного електрообладнання електричних станцій.

Тема 1. Вступ. Мета та задачі дисципліни. Задачі оперативного персоналу електростанцій та підстанцій. Структура ДП НАЕК «Укренерго». Приймання в експлуатацію обладнання та споруд. Оперативна документація чергового персоналу енергосистеми та електричних станцій. Оперативний стан обладнання. Бланки перемикачів, типові бланки перемикачів. Разові програми перемикачів. Введення в роботу нового обладнання. Взаємодія диспетчерів різного ієрархічного рівня. Порядок виконання перемикачів в схемах розподільних установок.

Тема 2. Методи профілактичних випробувань ізоляції електрообладнання. Визначення стану ізоляції електрообладнання в умовах експлуатації. Вимірювання параметрів ізоляції та її випробування підвищеною напругою.

Тема 3. Експлуатація синхронних генераторів. Режими роботи генераторів: нормальні перевантаження, несиметричні режими, асинхронний режим роботи та робота в режимі синхронного компенсатора. Нагляд, обслуговування та ремонт генераторів; пуск генераторів, переведення генератора з повітря на водень і навпаки; визначення місць витоків водню. Обслуговування системи водяного охолодження обмоток, збудників. Об'єм та періодичність ремонтів генераторів. Вібрація електричних машин та її усунення. Сушіння генераторів та синхронних компенсаторів. Проведення випробувань генераторів.

Тема 4. Експлуатація силових трансформаторів. Режими роботи трансформаторів, їх обслуговування та ремонт. Контроль за станом ізоляції та сушіння ізоля-

ції трансформаторів. Проведення випробування трансформаторів.

Змістовий модуль 2. Організація та проведення експлуатації допоміжного електрообладнання та ліквідація аварій в електроустановках.

Тема 5. Експлуатація електродвигунів власних потреб. Умови роботи електродвигунів (ЕД) та вимоги до них. Нагляд, обслуговування та ремонт ЕД. Самозапуск електродвигунів власних потреб. Проведення випробування ЕД.

Тема 6. Експлуатація розподільних установок (РУ) електричних станцій. Вимоги до стану РУ, обслуговування та забезпечення безпеки в РУ. Експлуатація заземлювальних пристроїв.

Тема 7. Експлуатація електрообладнання розподільних установок. Загальні відомості про роботу вимикачів. Особливості експлуатації повітряних, масляних, вакуумних та елегазових вимикачів. Ремонти вимикачів, роз'єднувачів, вимірювальних трансформаторів, реакторів, ошиновки та їх експлуатація.

Тема 8. Ліквідація аварій в електроустановках. Загальні задачі ліквідації аварій. Ліквідація порушень при зниженні частоти та напруги в енергосистемах. Ліквідація аварій при зниженні напруги на шинах головної електричної схеми станції, при пошкодженні основного обладнання та аварій в системі власних потреб станції.

5. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин												
	денна форма						Заочна форма						
	усьо го	у тому числі					усьо го	у тому числі					
л		п	лаб	інд	с.р.	л		п	лаб	інд	с.р.		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Модуль 1													
Змістовий модуль 1. Організація та проведення експлуатації основного електрообладнання електричних станцій													
Тема 1. Вступ.	10	2	-	-	-	8	10	1	-	-	-	9	
Тема 2. Методи профілактичних випробувань ізоляції електрообладнання.	15	3	5	-	-	7	15	1	-	-	-	14	
Тема 3. Експлуатація синхронних генераторів.	25	5	12	-	-	8	20	2	3	-	-	15	
Тема 4. Експлуатація силових трансформаторів.	25	5	6	-	-	14	15	1	1	-	-	13	
Усього за I модуль	75	15	23	-	-	37	60	5	4	-	-	51	
Модуль 2													
Змістовий модуль 2. Організація та проведення експлуатації допоміжного електрообладнання та ліквідація аварій в електроустановках													
Тема 5. Експлуатація електродвигунів власних потреб.	20	4	4	-	-	12	20	2	1	-	-	17	
Тема 6. Експлуатація розподільних установок (РУ) електричних станцій.	20	4	-	-	-	16	20	1	-	-	-	19	
Тема 7. Експлуатація електрообладнання розподільних установок.	20	2	-	-	-	18	20	1	-	-	-	19	
Тема 8. Ліквідація аварій в електроустановках.	15	2	-	-	-	13	15	1	-	-	-	14	

Усього за II модуль	75	12	4	-	-	59	75	5	1	-	-	69
Контрольна робота або реферат для студентів заочної форми навчання	-	-	-	-	-	-	15	-	-	-	15	-
Усього годин	150	27	27	-	-	96	150	10	5	-	15	120

6. Теми семінарських занять – навчальним планом не передбачені

7. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин (денна форма)	Кількість годин (заочна форма)
1	Визначення струму збудження генератора при його роботі за графіком навантаження.	4	1
2	Випробування турбогенератора з нерухомим ротором.	1	-
3	Випробування турбогенератора з рухомим ротором.	1	-
4	Побудова діаграми допустимих навантажень генератора.	2	0,5
5	Несиметричні режими роботи генератора. Визначення допустимого часу роботи турбогенераторів в несиметричному режимі.	2	0,5
6	Асинхронний режими роботи генератора.	2	0,5
7	Робота генератора в режимі синхронного компенсатора (СК).	2	0,5
8	Випробування активної сталі обмотки статора генератора.	1	-
9	Визначення часу пуску агрегата з холодного та гарячого станів.	4	1
10	Навантажувальна здатність силових трансформаторів.	4	1
11	Оцінка стану ізоляції трансформаторів.	2	
12	Визначення опору ізоляції кола збудження генератора.	1	
13	Визначення параметрів схеми сушіння турбогенераторів індукційними втратами в сталі статора та втратами на вихрові струми в статорі електричної машини.	1	
	<i>Усього годин</i>	27	5

8. Теми лабораторних занять навчальним планом не передбачені

9. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин (денна форма)	Кількість годин (заочна форма)
1	Права та обов'язки чергового персоналу ЕС.	4	4
2	Оперативна документація чергового персоналу ЕС	4	5
3	Додаткові методи контролю стану ізоляції електрообладнання.	7	14
4	Особливості експлуатації потужних енергоблоків.	4	9
5	Випробування силових трансформаторів та експлуатація трансформаторного масла.	10	10
6	Проведення самозапуску електродвигунів на електричних	12	17

	станціях.		
7	Експлуатація грозозахисту ВРУ.	8	12
8	Експлуатація акумуляторних батарей	8	7
9	Контроль за станом окремих частин високовольтних ви- микачів.	9	9
10	Розділення енергосистеми на частини і втрата напруги ча- стиною енергосистеми.	13	14
11	Визначення вібраційного стану блока	4	5
12	Сушіння ізоляції трансформаторів	4	3
13	Порядок теплових випробувань турбогенераторів	1	1
14	Визначення місця пошкодження на кабельних лініях, ме- тоди та устаткування	8	10
	<i>Усього годин</i>	96	120

10. Індивідуальні завдання

За рішенням кафедри студенти готують реферати, есе з окремих тем дисципліни та доповіді на щорічну науково-теоретичну підрозділів ВНТУ.

11. Методи навчання

Основними методами навчання є: лекція-візуалізація; розповідь-пояснення; інструктаж; ілюстрування; демонстрація, зокрема, з використанням мультимедійних засобів навчання; усне опитування; тестування; навчальна дискусія; бесіда-діалог; групова робота; доповідь за темами, які відведені на самостійне вивчення; рішення практичних завдань; консультації; самостійна робота вдома; індивідуальні завдання (реферати, есе тощо), підготовка доповідей науково-дослідного характеру, зокрема, на щорічну науково-технічну конференцію підрозділів ВНТУ.

12. Форми та методи контролю

Поточний контроль здійснюється під час проведення практичних занять і має на меті перевірку рівня підготовленості студента до виконання конкретної роботи. Поточний контроль може проводитись як за допомогою електронних тестів у локальній мережі або у глобальній мережі (JetIQ, Google), так і за допомогою проведення усного або письмового опитування.

Підсумковий контроль проводиться з метою оцінювання результатів навчання на певному освітньо-кваліфікаційному рівні або на окремих його завершальних етапах. Підсумковий контроль включає семестровий контроль. Під час семестрового контролю враховуються результати здавання усіх видів навчальної роботи згідно із структурою залікових кредитів.

Оцінювання рівня виконання індивідуальної роботи робиться на основі перевірки змісту роботи та її захисту у формі доповіді.

Семестровий контроль знань здійснюється в кінці семестру шляхом підрахування загальної кількості балів, отриманих під час навчання і складання диференційного заліку.

13. Розподіл балів, які отримують студенти

Поточне тестування та самостійна робота									Сума
Змістовий модуль 1				Змістовий модуль 2				Підсумковий тест	
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8		
50 балів				25 балів				25 балів	

T1, T2 ... T8 – теми змістових модулів.

Шкала оцінювання в балах та ЄКТС

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS
90 – 100	A
82-89	B
75-81	C
64-74	D
60-63	E
35-59	FX незадовільно з можливістю повторного складання
0-34	F незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

Таблиця 2 - Кількість і зміст модулів

Модуль	Кредити	Лекції (год.)	Лаб. роботи. Кількість (роб./год)	Практичні заняття (теми/години)	Контрольна робота	Реферат	Колоквіуми
I	2,5	15	-	7/14	1	1	1
II	2,5	12	-	6/13	-	1	1

Таблиця 3 – Оцінювання знань, умінь та навичок студентів з окремих видів роботи та в цілому по модулях (в балах)

Вид роботи	Модуль	Модуль	Разом
	1	2	
1. Практичні заняття (1 практичне заняття – 2 бали)	14	12	26
2. Колоквіум	16	8	24
3. Контрольна робота	15	-	15
4. Вирішення тестових завдань	-	25	25
5. Реферат	5	5	10
Всього	50	50	100

14. Методичне забезпечення

1. Робоча програма навчальної дисципліни «Експлуатація електричних станцій».
2. Конспект лекцій.
3. Методичні вказівки до практичних занять.

4. Питання на колоквіуми.
5. Питання до контрольної роботи.
6. Тести поточного контролю знань.
7. Комплект екзаменаційних білетів.

15. Критерії оцінювання знань, умінь та навичок студентів

Рівень компетентності	За бальною шкалою	За шкалою ЕКТС	Критерії оцінювання
IV Високий (творчий)	90-100	A	Програмні результати досягнуті повністю. Теоретичний зміст курсу освоєний цілком, без прогалин; виявлено глибокі знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності, сформовано необхідні практичні навички вирішувати завдання з організації професійної діяльності у галузі електроенергетики, електротехніки та електромеханіки, і розв'язувати проблеми у кризових ситуаціях з урахуванням зовнішніх та внутрішніх впливів; усі передбачені програмою навчання навчальні завдання виконані, якість їхнього виконання оцінено числом балів, близьким до максимального.
III Достатній (конструктивний)	82-89	B	Програмні результати досягнуті повністю. Теоретичний зміст курсу освоєний цілком, без прогалин; сформовано вміння викладати основні ідеї щодо організації професійної діяльності у галузі електроенергетики, електротехніки та електромеханіки. Необхідні практичні навички роботи з освоєним матеріалом в основному сформовані, усі передбачені програмою навчання навчальні завдання виконані, якість виконання більшості з них оцінено числом балів, близьким до максимального.
	75-81	C	Програмні результати досягнуті повністю. Теоретичний зміст курсу освоєний цілком, без прогалин. Вміння викладати базові ідеї щодо організації професійної діяльності у галузі електроенергетики, електротехніки та електромеханіки, а також практичні навички роботи з освоєним матеріалом сформовані недостатньо; усі передбачені програмою навчання завдання виконані, якість виконання жодного з них не оцінено мінімальним числом балів, деякі види завдань виконані з помилками.
II Середній (репродуктивний)	64-74	D	Програмні результати досягнуті. Теоретичний зміст курсу освоєний частково, але прогалини не носять істотного характеру, виявлено знання та розуміння основних положень реструктуризації та санації; необхідні практичні навички роботи з освоєним матеріалом в основному сформовані, більшість передбачених програмою навчання навчальних завдань виконано, деякі з виконаних завдань містять помилки.
	60-63	E	Програмні результати досягнуті. Теоретичний зміст курсу освоєний частково, деякі практичні навички роботи не сформовані, частина передбачених програмою навчання завдань не виконано або якість виконання оцінено числом балів, близьким до мінімального.
I Низький	35-59 незадовільно з можливістю повторного складання	FX	Програмні результати не досягнуті. Теоретичний зміст курсу освоєний частково, необхідні практичні навички роботи не сформовані, більшість передбачених програм навчання навчальних завдань не виконано, або якість їхнього виконання оцінено числом балів, близьким до мінімального; при додатковій самостійній роботі над матеріалом курсу можливе підвищення якості виконання навчальних завдань (з можливістю повторного складання)
	0-34 незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	F	Програмні результати не досягнуті. Теоретичний зміст курсу не освоєно, необхідні практичні навички роботи не сформовані, усі виконані навчальні завдання містять грубі помилки, додаткова самостійна робота над матеріалом курсу не приведе до якогонебудь значущого підвищення якості виконання навчальних завдань (з обов'язковим повторним курсом)

16. Рекомендована література

1. Лагутін В. М., Бурикін О. Б., Тептя В. В. Експлуатація електричних станцій. Ч. I. Технічне обслуговування електричних машин та трансформаторів: навчальний посібник. Вінниця: ВНТУ, 2013. 93 с.
2. Лагутін В. М., Лесько В. О., Тептя В. В. Експлуатація електричних станцій. Ч. II. Ремонт електричних машин та трансформаторів: навчальний посібник. Вінниця: ВНТУ, 2015. 115 с.
3. Лагутін В. М., Нетребський В. В., Тептя В. В. Обслуговування турбо- та гідрогенераторів: навчальний посібник. Вінниця: ВНТУ, 2017. 98 с.
4. Лагутін В. М., Зелінський В. Ц., Бурикін О. Б. Випробування електричних машин і трансформаторів в електроенергетичних системах: навчальний посібник. Вінниця: ВНТУ, 2008. 114 с.
5. Абрамов В. Б., Бржезицький В. О., Проценко О. Р. Приймальні та експлуатаційні випробування електроустаткування: навчальний посібник. Київ: НТУУ «КПІ», 2015. 218 с.
6. Посібник з вивчення Правил технічної експлуатації електричних станцій і мереж. Електротехнічне устаткування електричних станцій та мереж, оперативно-диспетчерське керування / Баженов О. Г., Бойко В. О. Браєрський В. М. та ін., за заг. ред. Удод Є. І. К.: ДП НТУКЦ «Аселенерго», 2004. 800 с.

Додаткова література

7. ГКД 34.20.507-2003. Технічна експлуатація електричних станцій і мереж. Правила.
8. Правила безпечної експлуатації електроустановок: НПАОП 40.1-1.01-97: Затв. 06.10.1997 № 257/Держ. Комітет України по нагляду за охороною праці. Х.: Вид-во «Форт», 2008. 144 с.
9. Правила улаштування електроустановок. Видання офіційне. Міненерговугілля України. Х.: Видавництво «Форт», 2017. 760 с.
10. СОУ-Н ЕЕ 20.302:2007 Норми випробування електрообладнання.
11. ДСТУ 2860 Надійність у техніці. Терміни та визначення.
12. ДСТУ ІЕС 60044-1:2008 Трансформатори вимірювальні. Частина 1. Трансформатори струму.
13. ДСТУ ІЕС 60044-2:2008 Трансформатори вимірювальні. Частина 2. Трансформатори напруги індуктивні.
14. СОУ-Н ЕЕ 43.101:2009 Приймання, застосування та експлуатація трансформаторних масел. Норми оцінювання якості.
15. СОУ-Н ЕЕ 46.302:2006 Підготовка та проведення хроматографічного аналізу вільних газів, відібраних із газового реле, і газів, розчинених у ізоляційному маслі маслонаповненого електрообладнання. Методичні вказівки.
16. СОУ-Н ЕЕ 46.501:2006 Діагностика маслонаповненого трансформаторного обладнання за результатами хроматографічного аналізу вільних газів, відібраних із газового реле, і газів, розчинених у ізоляційному маслі. Методичні вказівки.
17. СОУ-Н ЕЕ 20.577:2007 Технічне діагностування електрообладнання та контактних з'єднань електроустановок і повітряних ліній електропередачі засобами інфрачервоної техніки. Методичні вказівки.

18. Законодавство України: [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/>

Інформаційні ресурси

1. Національна бібліотека України імені академіка В. І. Вернадського: [сайт]. Режим доступу: <http://nbuv.gov.ua/>
2. Енергетика: [сайт]. Режим доступу: <http://LEONARDO.ENERGY.ORG/>
3. Режим доступу: <http://any-book.org/download/68591.html>
4. Режим доступу: <http://window.edu.ru/resource/262/75262/>
5. Експлуатація електроустаткування електричних станцій та електричних мереж. Електронний посібник. Київ: Науково-методичний центр вищої та фахової перед вищої освіти, 2020. [сайт] Режим доступу: http://192.162.132.48:5000/MyWeb/manual/%D0%B5lektroenergetuka/eksplyataciia_elektrostatkyvaniia/1/1.htm

