

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

БАКАЛАВР

Кафедра електротехніки та електроприводу

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Голова НМР факультету автоматизації
і інформаційних технологій

Олександр ТЕРЕНТЬЄВ /

«_____» 2024 року

НАВЧАЛЬНА РОБОЧА ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ

«Електричні машини»

(назва навчальної дисципліни)

шифр	назва спеціальності
141	Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
	назва спеціалізації
	Електромеханічні системи автоматизації та електропривод

Розробник:

Мазуренко Л. І., доктор технічних наук, професор

(прізвище та ініціали, науковий ступінь, звання)



(підпис)

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри електротехніки та електроприводу

Протокол № 12__ від "18" червня 2024 року

Завідувач кафедри



(Леонід МАЗУРЕНКО)

(прізвище та ініціали)

Гарант освітньої програми



(Геннадій ГОЛЕНКОВ)

(прізвище та ініціали)

Схвалено навчально-методичною комісією спеціальності (НМКС):
"Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка"

Протокол № 4__ від «26__» червня 2024 року

Київ - 2024

ВИТЯГ З НАВЧАЛЬНОГО ПЛАНУ 2024-2025 рр.

шифр	ОР бакалавр	Форма навчання:						денна				Форма контролю	Семестр	Відмітка про погодження
	Назва спеціальності (спеціалізації)	Кредитів на сем.	Обсяг годин					Кількість індивідуальних робіт						
			Всього	Аудиторних										
				Разом	Л	Лр	Пр	КР	РГР	Роб				
141	Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка (Електромеханічні системи автоматизації та електропривод)	3,0	90	40	20	10	10			1		залік	3	
141	Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка (зі скороченим терміном)	3,0	90	40	20	10	10			1		залік	3	

Шифр	ОР бакалавр	Форма навчання:						денна				Форма контролю	Семестр	Відмітка про погодження
	Назва спеціальності (спеціалізації)	Кредитів на сем.	Обсяг годин					Кількість індивідуальних робіт						
			Всього	Аудиторних										
				Разом	Л	Лр	Пз	КП	КР	РГР	Роб			
141	Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка	5,0	150	60	30	14	16			1		екзамен	4	
141	Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка (зі скороченим терміном навчання)	5,0	150	60	30	14	16			1		екзамен	4	

Мета та завдання навчальної дисципліни

Пререквізити: теоретичні основи елетротехніки, фізика , математика.

Мета дисципліни у викладенні студентам загальних питань теорії електричних машин постійного і змінного струму та трансформаторів, а також принципів їх побудови і областей використання.

Завданням дисципліни є оволодіння теоретичною базою електричних машин з орієнтацією на вирішення практичних задач.
Посилання на сторінку електронного навчально-методичного комплексу дисципліни: <https://org2.knuba.edu.ua/course/view.php?id=2456>

Компетенції студентів, що формуються в результаті засвоєння дисципліни

Код	Зміст	Результати навчання
Спеціальні (фахові) компетентності. Загальні компетентності		
K02	Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.	ПР03. Знати принципи роботи електричних машин, апаратів та автоматизованих електроприводів та уміти використовувати їх для вирішення практичних проблем у професійній діяльності.
K06	Здатність виявляти, ставити і вирішувати проблеми.	
K16	Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з роботою електричних машин апаратів і автоматизованого електроприводу.	
K19	Здатність виконувати професійні обов'язки з дотриманням вимог правил техніки безпеки, охорони праці, виробничої санітарії та охорони навколишнього середовища.	
K20	Усвідомлення необхідності підвищення ефективності електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного устаткування.	
K01	Здатність до абстрактного мислення, аналізу і синтезу.	ПР07. Здійснювати аналіз процесів в електроенергетичному, електротехнічному та електромеханічному обладнанні , відповідних комплексах і системах.
K05	Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.	
K06	Здатність виявляти, ставити і вирішувати проблеми.	
K08	Здатність працювати автономно.	
K12	Здатність вирішувати практичні задачі із застосуванням систем автоматизованого проектування і розрахунків (САПР).	
K13	Здатність вирішувати практичні задачі із залученням методів математики, фізики та електротехніки.	
K16	Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані	

<p>K20</p> <p>K22</p>	<p>задачі і практичні проблеми, пов'язані з роботою електричних машин апаратів і автоматизованого електроприводу.</p> <p>Усвідомлення необхідності підвищення ефективності електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного устаткування.</p> <p>Здатність оперативно вживати ефективні заходи в умовах надзвичайних (аварійних) ситуацій в електроенергетичних та електромеханічних системах.</p>	
<p>K01</p> <p>K06</p> <p>K08</p> <p>K12</p> <p>K13</p> <p>K16</p>	<p>Здатність до абстрактного мислення, аналізу і синтезу.</p> <p>Здатність виявляти, ставити і вирішувати проблеми.</p> <p>Здатність працювати автономно.</p> <p>Здатність вирішувати практичні задачі із застосуванням систем автоматизованого проектування і розрахунків (САПР).</p> <p>Здатність вирішувати практичні задачі із залученням методів математики, фізики та електротехніки.</p> <p>Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з роботою електричних машин апаратів і автоматизованого електроприводу.</p>	<p>ПР08. Обирати і застосовувати придатні методи для аналізу і синтезу електромеханічних та електроенергетичних систем з заданими показниками.</p>
<p>K03</p> <p>K04</p> <p>K05</p> <p>K06</p> <p>K18</p>	<p>Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово .</p> <p>Здатність спілкуватися іноземною мовою.</p> <p>Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.</p> <p>Здатність виявляти, ставити і вирішувати проблеми.</p> <p>Здатність розробляти проекти електроенергетичного, електротехнічного та</p>	<p>ПР10. Знаходити необхідну інформацію в науково-технічній літературі, базах даних та інших джерелах інформації, оцінювати її релевантність та достовірність</p>

<p>K19</p> <p>K21</p> <p>K22</p>	<p>електромеханічного устаткування з дотриманням вимог законодавства, стандартів і технічного завдання.</p> <p>Здатність виконувати професійні обов'язки з дотриманням вимог правил техніки безпеки, охорони праці, виробничої санітарії та охорони навколишнього середовища.</p> <p>Усвідомлення необхідності постійно розширювати власні знання про нові технології в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці.</p> <p>Здатність оперативно вживати ефективні заходи в умовах надзвичайних (аварійних) ситуацій в електроенергетичних та електромеханічних системах.</p>	
<p>K06</p> <p>K07</p> <p>K08</p> <p>K17</p> <p>K18</p> <p>K19</p> <p>K22</p>	<p>Здатність виявляти, ставити і вирішувати проблеми.</p> <p>Здатність працювати в команді.</p> <p>Здатність виявляти, ставити і вирішувати проблеми.</p> <p>Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з проблемами виробництва передачі та роз - приділення електричної енергії.</p> <p>Здатність розробляти проекти електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного устаткування з дотриманням вимог законодавства, стандартів і технічного завдання.</p> <p>Здатність виконувати професійні обов'язки з дотриманням вимог правил техніки безпеки, охорони праці, виробничої санітарії та охорони навколишнього середовища.</p> <p>Здатність оперативно вживати ефективні заходи в умовах надзвичайних (аварійних) ситуацій в електроенергетичних та електромеханічних системах.</p>	<p>ПР12. Розуміти основні принципи і завдання технічної та екологічної безпеки, об'єктів електротехніки та електромеханіки, враховувати їх при прийнятті рішень.</p>

<p>K01</p> <p>K02</p> <p>K05</p> <p>K06</p> <p>K13</p> <p>K14</p> <p>K18</p> <p>K19</p>	<p>Здатність до абстрактного мислення, аналізу і синтезу.</p> <p>Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.</p> <p>Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.</p> <p>Здатність виявляти, ставити і вирішувати проблеми.</p> <p>Здатність вирішувати практичні задачі із залученням методів математики, фізики та електротехніки.</p> <p>Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з роботою електричних систем і мереж, електричної частини станцій і підстанцій та техніки високих напруг.</p> <p>Здатність розробляти проекти електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного устаткування з дотриманням вимог законодавства, стандартів і технічного завдання.</p> <p>Здатність виконувати професійні обов'язки з дотриманням вимог правил техніки безпеки, охорони праці, виробничої санітарії та охорони навколишнього середовища.</p>	<p>ПР17. Розв'язувати складні спеціалізовані задачі з проектування і технічного обслуговування електромеханічних систем, електроустаткування електричних станцій, підстанцій, систем і мереж.</p>
<p>K01</p> <p>K02</p> <p>K03</p> <p>K04</p> <p>K05</p> <p>K07</p> <p>K08</p> <p>K21</p>	<p>Здатність до абстрактного мислення, аналізу і синтезу.</p> <p>Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.</p> <p>Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово .</p> <p>Здатність спілкуватися іноземною мовою.</p> <p>Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.</p> <p>Здатність працювати в команді.</p> <p>Здатність виявляти, ставити і вирішувати проблеми.</p> <p>Усвідомлення необхідності постійно розширювати власні знання про нові технології в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці.</p>	<p>ПР18. Вміти самостійно вчитися , опанувати нові знання і вдосконалювати навички роботи з сучасним обладнанням, вимірювальною технікою та прикладним програмними забезпеченням.</p>

Програма освітньої компоненти Трансформатори

Тема 1. Призначення і загальні відомості про трансформатори. Рівняння трансформатора.

Тема 2. Векторна діаграма трансформатора. Схема заміщення трансформатора.

Тема 3. Трифазні трансформатори. Параметри схеми заміщення трансформатора. Конструкції трансформаторів. Схеми і групи з'єднань.

Тема 4. Особливості роботи насичених однофазних і трифазних трансформаторів. Характеристики трансформаторів.

Тема 5. Паралельна робота трансформаторів.

Тема 6. Багатообмоточні трансформатори. Автотрансформатори. Послідовні трансформатори. Регулювання напруги трансформатора.

Тема 7. Несиметричне навантаження трифазних трансформаторів. Перехідні процеси в трансформаторах. Спеціальні трансформатори. Підхід до проектування трансформаторів.

Електричні машини постійного струму.

Тема 8. Устрій електричних машин постійного струму. Обмотки якоря машин постійного струму. Види обмоток (прості і складні, хвильові та комбіновані). Обмотки головних і додаткових полюсів. Електрорушійна сила машин постійного струму. Електромагнітний момент машин постійного струму.

Тема 9. Магнітна система машин постійного струму. Розрахунок магнітного ланцюга. Реакція якоря. Комутація струмів. Покращення умов комутації.

Тема 10. Робота машин постійного струму в режимі генератора. Схеми збудження генераторів (незалежне, паралельне, послідовне і змішане) і робочі характеристики генераторів. Паралельна робота генераторів. Генератори постійного струму спеціального призначення.

Тема 11. Робота машин постійного струму в режимі двигуна. Основні поняття. Пуск і регулювання частоти обертання електричних двигунів. Механічні і робочі характеристики двигуна при послідовному, паралельному і змішаному збудженні. Методи гальмування двигунів постійного струму. Витрати і коефіцієнт корисної дії машин постійного струму.

Асинхронні машини

Тема 12. Режими роботи і області застосування асинхронних машин. Математичний опис процесів перетворення енергії в асинхронних машинах.

Тема 13. Конструкції асинхронних машин. Обмотки асинхронних машин.

Тема 14. Векторна діаграма асинхронної машини. Схема заміщення асинхронної машини.

Тема 15. Кругова діаграма. Побудова кругової діаграми по дослідним даним. Робочі характеристики. Точність кругової діаграми.

Тема 16. Електромагнітний момент ідеальної асинхронної машини. Вплив вищих гармонік поля на момент асинхронної машини. Вплив вихрових струмів на момент асинхронної машини.

Тема 17. Врахування нелінійності параметрів в статистичних режимах. Перехідні процеси в асинхронних машинах.

Тема 18. Регулювання частоти обертання.

Тема 19. Робота асинхронного двигуна при несинусоїдальній несиметричній нарузі живлення. Аномальні режими роботи асинхронних машин.

Тема 20. Генераторний, тормозний і трансформаторний режими роботи асинхронної

машини.

Тема 21. Однофазні двигуни. Спеціальні асинхронні машини.

Тема 22. Асинхронні машини автоматичних пристроїв. Серії асинхронних двигунів.

Синхронні машини

Тема 23. Режими роботи синхронних машин. Процеси перетворення енергії в синхронних машинах.

Тема 24. Конструкції синхронних машин. Магнітне поле синхронної машини при холостому ході. Розрахунок магнітного ланцюга синхронних машин.

Тема 25. Магнітне поле синхронної машини при навантаженні. Реакція якоря. Параметри синхронних машин в сталому режимі.

Тема 26. Характеристики синхронних генераторів. Векторні діаграми неявнополюсних синхронних генераторів. Векторні діаграми синхронних явнополюсних

Тема 27. Паралельна робота синхронних машин. Вмикання на паралельну роботу синхронних генераторів.

Тема 28. Кутова характеристика. Синхронізуюча потужність. Регулювання реактивної потужності. Електромагнітна і синхронізуюча потужність явнополюсної синхронної машини.

Тема 29. Синхронні двигуни. Синхронний компенсатор.

Тема 30. Несиметричне навантаження трифазних генераторів. Несиметричні короткі замикання. Перехідні процеси в синхронних машинах.

Тема 31. Перехідні процеси при гасінні поля. Хитання синхронних машин. Динамічна стійкість.

Теми практичних занять

№	Назва теми
1	Розрахунки характеристик і параметрів машин постійного струму (МП) в режимі генератора при різних схемах збудження
2	Розрахунок і побудова механічних характеристик МП в режимі двигуна при послідовному, змішаному та паралельному збудженні
3	Розрахунки характеристик і параметрів синхронного генератора при активному, активно – індуктивному та активно-емнісному навантаженнях
4	Розрахунки параметрів і характеристик силових трансформаторів
5	Розрахунки параметрів пускових і регулюючих асинхронної машини
6	Розрахунок робочих характеристик синхронних двигунів
7	Розрахунок робочих характеристик і параметрів асинхронних двигунів

Теми лабораторних занять

№	Назва теми
1	Дослідження генератора постійного струму при різних схемах збудження
2	Дослідження двигуна постійного струму з послідовним збудженням
3	Дослідження двигуна постійного струму зі змішаним збудженням
4	Дослідження двигуна постійного струму з паралельним збудженням
5	Дослідження синхронного генератора
6	Дослідження однофазного і трифазного трансформаторів
7	Дослідження асинхронного двигуна з короткозамкненим і фазним ротором
8	Дослідження синхронного двигуна

Самостійна робота

1. Багатообмоточні трансформатори.

2. Автотрансформатори. Послідовні трансформатори.

3. Регулювання напруги трансформатора.
4. Спеціальні трансформатори.
5. Підхід до проектування трансформаторів
6. Електромагнітний момент машин постійного струму
7. Покращення умов комутації.
8. Генератори постійного струму спеціального призначення.
9. Втрати і коефіцієнт корисної дії машин постійного струму.
10. Обмотки асинхронних машин.
11. Кругова діаграма. Побудова кругової діаграми за дослідними даними.
12. Робочі характеристики. Точність кругової діаграми.
13. Вплив вихрових струмів на момент асинхронної машини.
14. Аномальні режими роботи асинхронних машин.
15. Спеціальні асинхронні машини.
16. Серії асинхронних двигунів.
17. Розрахунок магнітного ланцюга синхронних машин.
18. Векторні діаграми синхронних явнополюсних генераторів.
19. Синхронний компенсатор.
20. Хитання синхронних машин.

В РГР розраховуються параметри та здійснюється побудова робочих характеристик трансформаторів і машин постійного струму. Варіанти РГР наведені в методичному забезпеченні дисципліни.

В КР здійснюється проектування та розрахунок робочих характеристик асинхронних машин. Варіанти КР наведені в методичному забезпеченні дисципліни.

Політика щодо академічної доброчесності

Списування під час тестування та інших опитувань, які проводяться у письмовій формі, заборонені (в т.ч. із використанням мобільних девайсів). У разі виявлення фактів списування з боку здобувача він отримує інше завдання. У разі повторного виявлення призначається додаткове заняття для проходження тестування.

Політика щодо відвідування

Здобувач, який пропустив аудиторне заняття з поважних причин, має продемонструвати викладачу та надати до деканату ФАІТ документ, який засвідчує ці причини.

Здобувач, який пропустив практичне заняття, повинен законспектувати джерела, які були визначені викладачем як обов'язкові для конспектування, та продемонструвати конспект викладачу до складання заліку.

За об'єктивних причин (хвороба, міжнародне стажування тощо) навчання може відбутись в он-лайн формі за погодженням із керівником курсу.

Методи контролю та оцінювання знань студентів

Основні форми участі здобувачів у навчальному процесі, що підлягають поточному контролю: виступ на практичних заняттях; доповнення, запитання до виступаючого, рецензія на виступ; участь у дискусіях; аналіз першоджерел; письмові завдання (тестові, індивідуальні роботи у формі рефератів). Кожна тема курсу, що винесена на лекційні та практичні заняття, відпрацьовується здобувачами у тій чи іншій формі, наведеній вище. Обов'язкова присутність на практичних заняттях, активність впродовж семестру, відвідування/відпрацювання усіх семінарських занять, виконання інших видів робіт, передбачених навчальним планом з цієї дисципліни.

При оцінюванні рівня знань здобувача аналізу підлягають:

- характеристики відповіді: цілісність, повнота, логічність, обґрунтованість, правильність;

- якість знань (ступінь засвоєння фактичного матеріалу): осмисленість, глибина, гнучкість, дієвість, системність, узагальненість, міцність;

- ступінь сформованості умінь поєднувати теорію і практику під час розгляду ситуацій, практичних завдань;
- рівень володіння розумовими операціями: вміння аналізувати, синтезувати, порівнювати, абстрагувати, узагальнювати, робити висновки з проблем, що розглядаються;
- досвід творчої діяльності: вміння виявляти проблеми, розв'язувати їх, формувати гіпотези;
- самостійна робота: робота з навчально-методичною, науковою, допоміжною вітчизняною та зарубіжною літературою з питань, що розглядаються, вміння отримувати інформацію з різноманітних джерел (традиційних; спеціальних періодичних видань, ЗМІ, Internet тощо).

Тестове опитування може проводитись за одним або кількома ПР. В останньому випадку бали, які нараховуються здобувачу за відповіді на тестові питання, поділяються між ПР.

Індивідуальне завдання підлягає захисту здобувачами на заняттях, які призначаються додатково.

Література, що рекомендується для виконання індивідуального завдання, наведена у цій робочій програмі, а в електронному вигляді вона розміщена на Освітньому сайті КНУБА, на сторінці кафедри.

Також, як виконання індивідуального завдання, за рішенням викладача може бути зарахована участь здобувача у міжнародній або всеукраїнській науково-практичній конференції з публікацією у матеріалах конференції тез виступу (доповіді) на одну з тем, яка відповідає змісту дисципліни, або публікація статті на одну з таких тем в інших наукових виданнях. Індивідуальні завдання виконуються на протязі семестру.

Результати поточного контролю заносяться до журналу обліку роботи. Позитивна оцінка поточної успішності здобувачів за відсутності пропущених та невідпрацьованих практичних занять та позитивні оцінки за індивідуальну роботу є підставою для допуску до підсумкової форми контролю. Бали за аудиторну роботу відпрацьовуються у разі пропусків.

Підсумковий контроль здійснюється під час проведення залікової сесії з урахуванням підсумків поточного та модульного контролю. Під час семестрового контролю враховуються результати здачі усіх видів навчальної роботи згідно зі структурою кредитів. Оцінювання проводиться за 100-бальною шкалою

Складання заліку

Поточне оцінювання							Підсумковий контроль (залік)	Сума
ПР03	ПР07	ПР08	ПР10	ПР12	ПР17	ПР18		
20	7	7	7	7	6	6	40	100

Складання екзамену

Поточне оцінювання							Підсумковий контроль (екзамен)	Сума
ПР03	ПР07	ПР08	ПР10	ПР12	ПР17	ПР18		
20	7	7	7	7	6	6	40	100

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою
90 – 100	A	Зараховано
82-89	B	
74-81	C	

64-73	D	
60-63	E	
35-59	FX	Не зараховано з можливістю повторного складання
<u>0-34</u>	F	Не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

Умови допуску до підсумкового контролю

Здобувачу, який має підсумкову оцінку за дисципліну від 35 до 59 балів, призначається додаткова залікова сесія. В цьому разі він повинен виконати додаткові завдання, визначені викладачем.

Здобувач, який не виконав вимог робочої програми по змістових модулях, не допускається до складання підсумкового контролю. В цьому разі він повинен виконати визначене викладачем додаткове завдання по змісту відповідних змістових модулів в період між основною та додатковою сесіями.

Здобувач має право на опротестування результатів контролю (апеляцію). Правила подання та розгляду апеляції визначені внутрішніми документами КНУБА, які розміщені на сайті КНУБА та зміст яких доводиться здобувачам до початку вивчення дисципліни.

Методичне забезпечення дисципліни

1. Електротехніка і електромеханіка: Методичні вказівки до виконання розрахунково-графічної роботи / Уклад.: Мазуренко Л.І., Ярас В.І., Цілик Л.Я., Ловейкін С.О. – К.: КНУБА, 2010. – 48 с.
2. Електротехніка та електромеханіка. Методичні вказівки та завдання до виконання розрахунково-графічної роботи / Уклад.: Г.М.Голенков, Д.І.Пархоменко. - К.:КНУБА, 2012.-40 с.
3. Електротехніка та електромеханіка. Електричні машини: методичні вказівки до виконання лабораторних робіт.Л.І.Мазуренко.- К.: КНУБА.2009. – 47 с.
4. Електричні машини: Методичні вказівки та завдання до виконання курсової роботи /Уклад. Л.І. Мазуренко, Г. М. Голенков. К.: КНУБА, 2024 – 40 с.

Рекомендована література Базова

1. Мілих В. І. Електротехніка та електромеханіка: Навч. посібник. — К.: Каравела, 2005.— 376 с.
2. Метельський В. П. Електричні машини та мікромашини: навчальний посібник — 3-е вид., доп. і перероб. — Запоріжжя : ЗНТУ, 2010. —660 с
3. Яцун М.А. Електричні машини: навч. Посібник для студ. вищ. навч. закл. – Львів :

видавн. Львівський національний Університет «Львівська політехніка», 2004. – 439с.

4. Яцун М.А. Експлуатація та діагностування електричних машин і апаратів. - Львів : видавн. Львівський національний Університет «Львівська політехніка», 2010. – 225с.

5. Електричні машини. Задачі для самостійного розв’язування: навчальний посібник /Розводюк М.П..-Вінниця:ВНТУ, 2016.-65 С.

Допоміжна

1. Городжа А.Д., Мазуренко Л.І., Подольцев О.Д. Загальна електротехніка. Навч. посібник для студ. вищ. навч. закл. – К.: КНУБА, 2015. - 224 с.

2. Городжа А.Д. загальна електротехніка. Навч. посібник для студ. вищ. навч. закл. – К.: Поліграфічна дільниця Інституту електродинаміки НАН України, 2002. – 247 с.

Інформаційні ресурси

1. <http://library.knuba.edu.ua>
2. <http://org.knuba.edu.ua>
3. https://library.knuba.edu.ua/books/93_3_8.rar
4. https://library.knuba.edu.ua/books/17_3_9.rar