

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

Кафедра Електричні машини

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Голова науково-методичної комісії

зі спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

_____ Лазуренко О.П.

« _____ » _____ 2017 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
ЕЛЕКТРИЧНІ МАШИНИ

рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

галузь знань – 14 Електрична інженерія

спеціальність – 141 Електротехніка, електроенергетика та електромеханіка

спеціалізація – 141.06Б Електричні машини

вид дисципліни – професійна підготовка

форма навчання – денна

Харків – 2017 рік

ЛИСТ ЗАТВЕРДЖЕННЯ

Робоча програма з навчальної дисципліни «ЕЛЕКТРИЧНІ МАШИНИ»

Розробник:

Зав. кафедри, д-р техн. наук, професор

В.І. Міліх

Робоча програма розглянута та затверджена на засіданні кафедри
«Електричні машини»

Протокол від «20» червня 2017 року № 15

Завідувач кафедри «Електричні машини»

В.І. Міліх

ЛИСТ ПОГОДЖЕННЯ

Назва випускової кафедри «Електричні машини»

Завідувач кафедри _____ В.І. Міліх

«20» червня 2017 р.

ЛИСТ ПЕРЕЗАТВЕРДЖЕННЯ РОБОЧОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ПРОГРАМИ

Дата засідання кафедри – розробника РПНД	Номер протоколу	Підпис завідувача кафедри	Підпис голови НМК (для дисциплін загальної підготовки та дисциплін професійної підготовки за спеціальністю) або завідувача випускової кафедри (для дисциплін професійної підготовки зі спеціалізації, якщо РПНД розроблена не випусковою кафедрою)

МЕТА, КОМПЕТЕНТНОСТІ, РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ ТА СТРУКТУРНО-ЛОГІЧНА СХЕМА ВИВЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Метою робочої програми навчальної дисципліни є підготовка бакалаврів за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», що передбачає здобуття теоретичних знань та практичних умінь, навичок та інших компетентностей, достатніх для розуміння процесів та розв'язання комплексних проблем у галузі електричної інженерії, зокрема, за спеціалізацією електричні машини.

Компетентності

ЗК-1 Здатність застосовувати знання і розуміння на практиці у спосіб, який вказує на професійний підхід розв'язання проблем у галузі електричної інженерії

ЗК-6 Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми.

ЗК-7 Здатність приймати обґрунтовані рішення.

ЗК-8 Готовність та здатність високоякісно виконувати роботу як самостійно так і колективно та приймати рішення в межах своїх професійних знань та компетенцій, працюючи в команді.

ПК-2 Здатність до теоретичного обґрунтування прийнятих рішень в процесі виконання проектно-конструкторських та дослідницьких робіт в межах свого роду занять на рівні фахівця з кваліфікацією першого циклу вищої освіти в галузі електричної інженерії.

ПК-6 Здатність використовувати знання з основ електромеханіки: теорії електричних машин, апаратів та автоматизованого електроприводу для вирішення практичних задач в галузі електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

ПК-13 Здатність виконувати експериментальні (модельні) дослідження режимів роботи електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного обладнання.

ПКсб-2 Здатність визначати особливості конструкцій окремих складових вузлів електричних машин

Результати навчання

РНз-1 Знаходити необхідну інформацію в інформаційному просторі

РНп-3 Оцінювати параметри роботи електротехнічного, електроенергетичного та електромеханічного обладнання й відповідних комплексів і систем та розробляти заходи щодо підвищення їх енергоефективності та надійності

РНп-5 Аналізувати процеси в електроенергетичному, електротехнічному та електромеханічному обладнанні і відповідних комплексів і систем

РНп-15 Вдосконалювати навички роботи з сучасним обладнанням та програмним забезпеченням при виконанні розрахунків режимів роботи електротехнічного, електроенергетичного та електромеханічного обладнання, відповідних комплексів та систем

РНсб-2 Знати особливості конструкцій окремих складових вузлів електричних машин

РНсб-6 Знати особливості фізичних процесів та характеристик, що супроводжують роботу електричних машин

Структурно-логічна схема вивчення навчальної дисципліни

Попередні дисципліни:	Наступні дисципліни:
Вища математика ч.1 Загальна фізика ч.1 Вступ до спеціальності Нарисна геометрія Вища математика ч.2 Загальна фізика ч.2 Інженерна графіка Вища математика ч.3 Теоретична механіка Теоретичні основи електротехніки ч.1 Електроматеріалознавство Вища математика ч.4 Теоретичні основи електротехніки ч.2 Прикладна механіка	Теорія електропривода Загальна теорія електричних машин Електропостачання промислових підприємств Конструювання електричних машин Моделювання електромеханічних систем Електричні машини автоматики та побутової техніки Електромагнітні розрахунки електричних машин Розрахунково-конструкторське проектування електричних машин в САПР Виробництво електричних машин Випробування та діагностика електричних машин

ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

(розподіл навчального часу за семестрами та видами навчальних занять)

Семестр	Загальний обсяг (годин) / кредитів ECTS	З них		За видами аудиторних занять (годин)			Індивідуальні завдання студентів (КП, КР, РГ, Р, РЕ)	Поточний контроль	Семестровий контроль
		Аудиторні заняття (годин)	Самостійна робота (годин)	Лекції	Лабораторні заняття	Практичні заняття, семінари			
5	180/6	80	100	48	16	16	РГ	2	+

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до загального обсягу складає 44 %.

СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

№ з/п.	Види навчальних занять (Л, ЛЗ, ПЗ, СР)	Кількість годин	Номер семестру (якщо дисципліна викладається у декількох семестрах). Назви змістових модулів. Найменування тем та питань кожного заняття. Завдання на самостійну роботу.	Рекомендована література
1	2	3	4	5
1	Л	2	<p>Змістовий модуль № 1 Трансформатори і машини постійного струму</p> <p><u>Тема 1.</u> Загальні відомості про електричні машини та трансформатори. Зміст та структура вивчення дисципліни. Роль та значення електричних машин і трансформаторів у сучасній електротехніці, прискоренні науково-технічного прогресу. Стан електромашинобудування в Україні. Значення дисципліни “Електричні машини” у підготовці інженерів-електромеханіків. Основи вивчення дисципліни - закони електромагнетизму. Загальні принципи роботи та класифікація електричних машин. Перспективи розвитку електромашинобудування.</p>	1-3
2		2	<p><u>Тема 2.</u> Будова та принцип дії трансформаторів. Призначення і будова трансформаторів, загальні відомості про них. Принцип дії і основні величини, що характеризують роботу трансформатора. ЕРС в обмотках трансформатора і його коефіцієнт трансформації</p>	1-3
3		2	<p><u>Тема 3.</u> Рівняння електричного і енергетичного стану трансформаторів. Рівняння напруг в обмотках трансформатора. Рівняння МРС і струмів обмоток трансформатора. Векторна діаграма трансформатора. Потужності і втрати потужності трансформатора. Енергетична діаграма трансформатора і його ККД.</p>	1-3
4		2	<p><u>Тема 4.</u> Схема заміщення і експериментальні дослідження трансформаторів. Зведений трансформатор: визначення, необхідність зведення, умови зведення. Схема заміщення трансформатора і фізичний сенс її елементів. Дослідження і характеристики трансформатора в режимі неробочого ходу. Визначення параметрів трансформатора і його схеми заміщення за даними досліду неробочого ходу. Дослідження і характеристики трансформатора в режимі короткого замикання. Визначення параметрів трансформатора і його схеми заміщення за даними досліду короткого замикання.</p>	1-3
5		2	<p><u>Тема 5.</u> Характеристики трансформаторів. Режим навантаження і робочі характеристики трансформатора. Зміна напруги трансформатора та його зовнішня характеристика. Розрахункова характеристика ККД трансформатора. Класифікація трансформаторів</p>	1-3
6		2	<p><u>Тема 6.</u> Трифазні трансформатори і автотрансформатори. Будова трифазних трансформаторів і схеми з'єднання їхніх обмоток. Співвідношення електричних величин і потужності трифазних трансформаторів. Поняття про групи з'єднань обмоток трансформаторів. Будова автотрансформаторів і співвідношення величин, які характеризують їхню роботу</p>	1-3
7		2	<p><u>Тема 7.</u> Основи принципу дії і режими роботи електричних машин. Основи принципу дії і будова найпростіших електричних машин. Отримання ЕРС, напруг, струмів у найпростіших електричних машинах. Отримання електромагнітного моменту у найпростіших електричних машинах. Генераторний та двигунний режими роботи електричних машин і принцип їхньої зворотності</p>	1-3

8		<u>Тема 8.</u> Узагальнена конструкція і магнітні поля електричних машин. Узагальнений конструктивний модуль електричної машини і його загальні частини та елементи, матеріали, що використовуються. Магнітні поля в електричних машинах і поняття про реакцію якоря. Обертове магнітне поле трифазної обмотки	1-3
9	2	<u>Тема 9.</u> Обмотки і потужності електричних машин. Принципи побудови обмоток електричних машин. ЕРС обмоток електричних машин та вплив на них укорочення і розподілу витків, скосу пазів. Поняття про МРС обмоток електричних машин. Потужності і втрати потужності в електричних машинах. Класифікація електричних машин, основні параметри, що їх характеризують	1-3
10	2	<u>Тема 10.</u> Будова машини постійного струму і основи принципу дії. Призначення і області застосування машини постійного струму. Будова машини постійного струму і призначення елементів її конструкції. Отримання ЕРС в обмотці якоря машини постійного струму. Отримання електромагнітного моменту машини постійного струму	1-3
11	2	<u>Тема 11.</u> Режими роботи і потужності машин постійного струму. Генераторний режим роботи машини постійного струму, електрична схема заміщення, рівняння напруг та обертальних моментів. Двигунний режим роботи машини постійного струму, електрична схема заміщення, рівняння напруг та обертальних моментів. Потужності, втрати потужності і ККД машин постійного струму. Способи збудження машини постійного струму, умовні позначення	1-3
12	2	<u>Тема 12.</u> Реакція якоря і комутація машин постійного струму, характеристик генераторів постійного струму. Поняття про реакцію якоря машин постійного струму і способи її зменшення. Поняття про комутацію МПС і способи подолання її наслідків. Характеристики генератора постійного струму з незалежним збудженням. Умови самозбудження генератора постійного струму з паралельним збудженням і його характеристики	1-3
13	2	<u>Тема 13.</u> Аспекти роботи і характеристики двигунів постійного струму. Робота машини постійного струму як двигуна і основні рівняння для нього. Проблеми пуску і способи пуску двигунів постійного струму. Процес саморегулювання двигунів постійного струму. Електромеханічна характеристика двигунів постійного струму. Механічна характеристика двигунів постійного струму. Моментна характеристика двигунів постійного струму. Робочі характеристики двигунів постійного струму.	1-3
14	2	<u>Тема 14.</u> Керування двигунами постійного струму. Вихідні умови регулювання частоти обертання двигунів постійного струму. Спосіб регулювання частоти обертання двигунів постійного струму шляхом введення реостата до кола якоря. Спосіб регулювання частоти обертання двигунів постійного струму шляхом змінювання підведеної напруги. Спосіб регулювання частоти обертання двигунів постійного струму шляхом змінювання току збудження. Способи гальмування двигунів постійного струму.	1-3
15	2	Змістовий модуль 2 Асинхронні та синхронні машини <u>Тема 15.</u> Конструкція і принцип дії трифазних асинхронних двигунів. Призначення і області застосування асинхронних машин. Конструкція трифазних асинхронних машин з короткозамкненим ротором. Конструкція трифазних асинхронних машин з фазним ротором. Принцип дії трифазних асинхронних двигунів. Ковзання ротора і відповідні режими роботи трифазних асинхронних двигунів	1-3

16	2	<u>Тема 16.</u> Основні рівняння і схема заміщення трифазних асинхронних двигунів. ЕРС в обмотках трифазних асинхронних двигунів. Рівняння напруг трифазних асинхронних двигунів. Рівняння МРС і струмів трифазних асинхронних двигунів. Зведення ротора асинхронної машини до її статора. Схема заміщення трифазних асинхронних двигунів	1-3
17	2	<u>Тема 17.</u> Енергетичні параметри трифазних асинхронних двигунів. Векторна діаграма трифазних асинхронних двигунів. Потужності та втрати потужності в трифазних асинхронних двигунів. Енергетична діаграма і ККД трифазних асинхронних двигунів. Електромагнітний момент трифазного асинхронного двигуна. Механічна характеристика асинхронного двигуна	1-3
18	2	<u>Тема 18.</u> Аспекти роботи асинхронних двигунів. Процес пуску асинхронного двигуна, проблеми та способи пуску. Властивість саморегулювання трифазних асинхронних двигунів та умови стійкої роботи. Робочі характеристики трифазних асинхронних двигунів. Вихідні умови регулювання частоти обертання трифазних асинхронних двигунів	1-3
19	2	<u>Тема 19.</u> Керування асинхронними двигунами Регулювання частоти обертання асинхронного двигуна введенням додаткового опору до кола ротора. Регулювання частоти обертання асинхронного двигуна змінюванням підведеної напруги. Регулювання частоти обертання асинхронного двигуна зміною кількості пар полюсів. Регулювання частоти обертання асинхронного двигуна змінюванням частоти підведеної напруги. Способи гальмування асинхронних двигунів	1-3
20	2	<u>Тема 20.</u> Конструкція і принцип дії синхронних машин. Призначення і області застосування синхронних машин. Конструкція синхронного неявнополюсної синхронної машини. Конструкція явнополюсної синхронної машини. Принцип дії синхронного генератора. Принцип дії синхронного двигуна. Магнітні поля синхронної машини та види реакції якоря	1-3
21	2	<u>Тема 21.</u> Основні рівняння і характеристики синхронних генераторів Поняття про ЕРС і індуктивні опори синхронної машини. Рівняння напруг та векторна діаграма неявнополюсного синхронного генератора. Рівняння напруг та векторна діаграма явнополюсного синхронного генератора. Характерника неробочого ходу синхронного генератора. Характерника короткого замикання синхронного генератора. Визначення індуктивного опору синхронних машин по поздовжній осі експериментальним шляхом	1-3
22	2	<u>Тема 22.</u> Енергетичні параметри синхронної машини і характеристики синхронного генератора Потужності, втрати потужності і ККД синхронної машини. Електромагнітний момент синхронної машини і рівняння моментів в різних режимах роботи. Робота синхронного генератора при автономному навантаженні. Зовнішня і регульовальна характеристики синхронного генератора. Навантажувальна характеристика і реактивний трикутник синхронного генератора.	1-3
23	2	<u>Тема 23.</u> Робота синхронної машини в електроенергетичній мережі. Умови роботи синхронної машини в електроенергетичній мережі і її синхронізація при включенні. Регулювання реактивної потужності трифазних синхронних машин зміною струму збудження і U -подібні характеристики. Регулювання активної потужності трифазних синхронних машин зміною моменту обертання і кутова характеристика.	1-3

24		2	Тема 24. Синхронні двигуни і їхні характеристики Проблеми пуску та способи пуску синхронного двигуна. Рівняння напруг і векторна діаграма синхронного двигуна. Механічна та робочі характеристики синхронного двигуна. Способи регулювання частоти обертання та способи гальмування синхронних двигунів. Поняття про синхронні компенсатори	1-3
Практичні заняття				
1	ПЗ	2	Тема 1. Конструкція магнітопроводів та обмоток трансформаторів.	1,2,8
2		2	Тема 2. Розрахунок параметрів та характеристик трансформаторів.	1,2,8
3		2	Тема 3. Конструкція машин постійного струму	1,2,8
4		2	Тема 4. Розрахунок параметрів і характеристик двигунів постійного струму	1,2,8
5		2	Контрольна робота за другим змістовим модулем	
6		2	Тема 5. Конструкція асинхронних двигунів. Розрахунок параметрів і характеристик асинхронних двигунів	1,2,8
7		2	Тема 6. Конструкція синхронних машин	1,2,8
8		2	Тема 7. Розрахунок параметрів і характеристик синхронних машин.	1,2,8
Лабораторні заняття				
1	ЛЗ	2	Тема 1. Дослідження віртуального однофазного трансформатора.	4
2		2	Тема 2. Дослідження реального однофазного трансформатора.	4
3		2	Тема 3. Дослідження генератора постійного струму	5
4		2	Тема 4. Дослідження віртуального двигуна постійного струму при паралельному збудженні.	5
5		2	Тема 5. Дослідження реального двигуна постійного струму при паралельному збудженні.	5
6		2	Тема 6. Дослідження робочих характеристик віртуального трифазного асинхронного двигуна з короткозамкненим ротором	6
7		2	Тема 7. Дослідження робочих характеристик реального трифазного асинхронного двигуна.	6
8		2	Контрольна робота за другим змістовим модулем	
Разом (годин)		80		

ІНДИВІДУАЛЬНІ ЗАВДАННЯ

Розрахунково-графічна робота за методичними вказівками [8]
«Розрахунок параметрів та характеристик трансформаторів і електричних машин»

№ з/п	Назва розділів індивідуального завдання	Терміни виконання (тиждень)
	Видача-отримання завдання	2
1	Розрахунок параметрів та характеристик трансформаторів.	4
2	Розрахунок параметрів і характеристик двигунів постійного струму з паралельним збудженням.	7
3	Розрахунок параметрів і характеристик двигунів постійного струму з послідовним збудженням	9
4	Розрахунок параметрів і характеристик асинхронного двигуна	11
5	Розрахунок параметрів і характеристик трифазного синхронного генератора	13
6	Розрахунок параметрів і характеристик трифазного синхронного двигуна	15
	Оформлення звіту	16
	Захист завдання	17

САМОСТІЙНА РОБОТА

№ з/п	Назва видів самостійної роботи	Кількість годин
1	Опрацювання лекційного матеріалу	36
2	Підготовка до практичних занять	12
	Підготовка до лабораторних занять	12
3	Виконання розрахунково-графічна роботи	40
	Разом	100

МЕТОДИ НАВЧАННЯ

Навчальні технології, що використовують викладачі на лекційних та лабораторних заняттях, застосовуються відповідно до змісту робочої програми та з метою активізації навчально-пізнавальної діяльності студентів при вивченні дисципліни.

МЕТОДИ КОНТРОЛЮ

Поточний контроль реалізується у формі опитування, захисту лабораторних робіт, перевірки виконання індивідуальних завдань, проведення контрольних робіт.

Контроль складової робочої програми, яка засвоюється під час самостійної роботи студента, проводиться:

- з лекційного матеріалу – шляхом перевірки конспектів;
- з лабораторних, індивідуальних занять – за допомогою перевірки виконаних завдань та шляхом контрольного опитування.

Семестровий контроль проводиться у формі екзамену відповідно до навчального плану в обсязі навчального матеріалу, визначеного навчальною програмою та у терміни, встановлені навчальним планом.

Семестровий контроль може проводитися в письмовій та усній формі по екзаменаційних білетах.

Результати поточного контролю (поточна успішність) безпосередньо враховуються для виставлення оцінки з даної дисципліни.

Студент вважається допущеним до семестрового екзамену з навчальної дисципліни за умови повного відпрацювання та захисту усіх лабораторних занять та індивідуального завдання, передбачених навчальною програмою з дисципліни.

РОЗПОДІЛ БАЛІВ, ЯКІ ОТРИМУЮТЬ СТУДЕНТИ, ТА ШКАЛА ОЦІНЮВАННЯ ЗНАНЬ ТА УМІНЬ (НАЦІОНАЛЬНА ТА ECTS)

Робочою програмою передбачено 24 лекції, 8 практичних занять, 8 лабораторних занять з виконанням 7 робіт (ЛР), 2 контрольні роботи (КР) і одна розрахунково-графічна робота (РГ) з 6 задач. Іспит є обов'язковим, кількість балів поточного контролю - 60, кількість балів семестрового контролю - 40.

Встановлено такі значення проміжних балів:

- за виконання і здачу кожної лабораторної роботи максимум 5 проміжних балів;
- за написання кожної контрольної роботи максимум 20 проміжних балів;
- за виконання РГ максимум 5 проміжних балів за задачу.

Таблиця 1. Розподіл балів для оцінювання поточної успішності студента

	Поточний контроль			Семестровий контроль	Всього за семестр
	КР	ЛР	РГ		
Підсумкові бали	60			40	100
Макс. проміжні бали	20	5	5		
Кільк. од. обліку у семестрі	2	7	6		
Макс. проміжних балів, всього	40	35	30		105
Коефіцієнт перерахунку	0,571				
Макс. кільк. підсумкових балів	23	20	17		60

Таблиця 2. Шкала оцінювання знань та умінь: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою
90 ... 100	A	відмінно
82 ... 89	B	добре
74 ... 81	C	
64 ... 73	D	
60 ... 63	E	задовільно
35 ... 59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання
0 ... 34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Складові частини комплексу навчально-методичного забезпечення навчальної дисципліни: план лекцій, методичне забезпечення до лабораторних робіт, курсової роботи та інші методичні матеріали оприлюднені на офіційному сайті університету <http://web.kpi.kharkov.ua/elmash/pro-kafedru/>

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Базова література

1	Міліх В.І., Шавьолкін О.О. Електротехніка, електроніка та мікропроцесорна техніка: Підручник / За ред. В.І.Міліх. - К.: Каравела, 2007.
2	Осташевський М. О. Електричні машини і трансформатори: навч. посібник / М. О. Осташевський, О. Ю. Юр'єва; за ред. В. І. Міліх. – Харків : ФОП Панов А.Н., 2017. – 482 с.
3	Брускин Д.Э. и др. Электрические машины. Ч. 1, 2. - М.: Высш. шк., 1990. – 450 с.
4	Міліх В.І. Дослідження силових трансформаторів: Лабораторний практикум з курсу «Електричні машини» для студентів електротехнічних спеціальностей / В.І. Міліх, О.Ю. Юр'єва, А.Г. Мірошніченко, В.Д. Юхимчук. – Х.: НТУ «ХП», 2010.
5	Дослідження машин постійного струму: лаб. практикум / В.Д. Юхимчук, М.О. Осташевський, Т.П. Павленко; за ред. В.І. Міліх. - Харків: НТУ «ХП», 2008
6	Міліх В.І., Іваненко В.М. Дослідження асинхронних двигунів: лаб. практикум.– Харків: НТУ «ХП», 2007
7	Міліх В.І. Дослідження синхронних машин: лаб. практикум / В.І. Міліх, Б.О. Єгоров, Г.Г. Єгорова, А.Г. Мірошніченко, В.Д. Юхимчук.– Харків: НТУ «ХП», 2010.
8	Розрахунок параметрів та характеристик електричних машин: Методичні вказівки до розрахункового завдання з курсу «Електричні машини» для студентів електротехнічних спеціальностей всіх форм навчання, уклад. В.І. Міліх, Н.В. Полякова; за ред. В.І. Міліх.– Харків: НТУ «ХП», 2013.– 51 с.

Допоміжна література

9	Міліх В.І. Електротехніка та електромеханіка: Київ:"Каравела", 2006,
10	Вольдек А. И. Электрические машины. Введение в электромеханику. Машины постоянного тока и трансформаторы / А. И. Вольдек, В. В. Попов.– СПб. : Питер, 2008. – 320 с.
11	Вольдек А. И. Электрические машины. Машины переменного тока / А. И. Вольдек, В. В. Попов.– СПб. : Питер, 2010.– 350 с.
12	Читечян М.В. Сборник задач по электрическим машинам. - М.: Высш. шк., 1987
13	Літерні позначення величин та параметрів електричних машин: методичні вказівки до використання в навчальному процесі кафедри «електричні машини» для викладачів і студентів усіх спеціальностей / Укладач В.І. Міліх. – Харків: НТУ «ХП», 2007.– 34 с.
14	Офіційний сайт кафедри «Електричні машини» НТУ «ХП». Режим доступу: http://web.kpi.kharkov.ua/elmash

ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ В ІНТЕРНЕТІ

(перелік інформаційних ресурсів)

Офіційний сайт кафедри «Електричні машини» НТУ «ХП». Режим доступу: <http://web.kpi.kharkov.ua/elmash>