

# СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ



## «ЕЛЕКТРИЧНІ МАШИНИ»

**Рівень вищої освіти:** Перший (бакалаврський)

**Спеціальність:** 141 Електрична інженерія

**Рік навчання:** 3-й, семестри 5 і 6-й

**Кількість кредитів ECTS:** 8 кредитів

**Назва кафедри:** Електроенергетика,  
електротехніка та електромеханіка

**Мова викладання:** українська

**Лектор курсу**

**к. т. н., доц. Ярошенко Леонід Вікторович**

**Контактна інформація  
лектора (e-mail)**

leonid@vsau.vin.ua

### ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

“Електричні машини” - є обов'язковою компонентою ОПП.

Загальний обсяг дисципліни 240 год.: лекції - 42 год.; практичні заняття – 40 год., самостійна робота - 74 год.

Формат проведення: лекції, практичні заняття, семінарські заняття, консультації. Підсумковий контроль – залік.

### ПРЕРЕКВІЗИТИ І ПОСТРЕКВІЗИТИ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

При вивченні даної дисципліни використовуються знання, отримані з таких дисциплін (пререквізитів): «Вища математика», «Фізика», «Теоретична механіка», «Теоретичні основи електротехніки», «Електротехнічні матеріали»;

Основні положення навчальної дисципліни мають застосовуватися при вивченні таких дисциплін (постреквізитів): «Основи електропривода», «Технології виробництва електроенергії», «Автоматизація технологічних процесів», «Дипломне проектування».

### ХАРАКТЕРИСТИКА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

#### Призначення навчальної дисципліни

“Електричні машини” спрямована на отримання здобувачами однієї з важливих і універсальних компетентностей - Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми у галузі агропромислового виробництва, що передбачає застосування певних знань та вмінь, технологічних методів та прийомів і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.

### Мета вивчення навчальної дисципліни

Мета викладання навчальної дисципліни - отримання студентами теоретичних і практичних знань процесів електромагнітного та електро-механічного перетворення енергії, конструкцій та характеристик електричних машин і трансформаторів, а також впливу їх параметрів на експлуатаційні якості машин в стаціонарних та перехідних режимах їх роботи.

### Завдання вивчення дисципліни

Теоретична та практична підготовка, - навчити вибирати електромашину або трансформатор для конкретних умов їх використання, аналізувати та описувати усталені та перехідні процеси в них, виконувати випробування основних типів машин і трансформаторів та їх технічне обслуговування в процесі експлуатації.

У результаті вивчення навчальної дисципліни здобувач вищої освіти повинен оволодіти такими програмними компетентностями, зокрема:

*інтегральні компетентності (ІК):*

- Здатність розв'язувати спеціалізовані задачі та вирішувати практичні проблеми під час професійної діяльності у галузі електроенергетики, електротехніки та електромеханіки або у процесі навчання, що передбачає застосування теорій та методів фізики та інженерних наук і характеризуються комплексністю та невизначеністю умов.

*загальні компетентності (ЗК):*

ЗК1 - Здатність до абстрактного мислення, аналізу і синтезу.

ЗК2 - Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК5. Здатність до пошуку, обробки та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК6. Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми.

ЗК7 - Здатність працювати в команді.

*спеціальні (фахові) компетентності (ФК):*

ФК5 - Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з роботою електричних машин, апаратів та автоматизованого електроприводу.

ФК9 - Усвідомлення необхідності підвищення ефективності електро-енергетичного, електротехнічного та електромеханічного устаткування.

ФК10 - Усвідомлення необхідності постійно розширювати власні знання про нові технології в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці.

*програмні результати:*

ПРН3 - Знати принципи роботи електричних машин, апаратів та автоматизованих електроприводів та уміти використовувати їх для вирішення практичних проблем у професійній діяльності.

ПРН4 - Знати принципи роботи біоенергетичних, вітроенергетичних, гідроенергетичних та сонячних енергетичних установок.

ПРН5 - Знати основи теорії електромагнітного поля, методи розрахунку електричних кіл та уміти використовувати їх для вирішення практичних проблем у професійній діяльності.

ПРН7 - Здійснювати аналіз процесів в електроенергетичному, електротехнічному та електромеханічному обладнанні, відповідних комплексах і системах.

ПРН10 - Знаходити необхідну інформацію в науково-технічній літературі, базах даних та інших джерелах інформації, оцінювати її релевантність та достовірність.

ПРН18 - Вміти самостійно вчитися, опанувати нові знання і вдосконалювати навички роботи з сучасним обладнанням, вимірною технікою та прикладним програмним забезпеченням.

Вивчення даної дисципліни формує у здобувачів освіти соціальні навички (softskills): комунікативність (реалізується через: метод роботи в парах та групах, метод самопрезентації), робота в команді (реалізується через: метод проєктів), лідерські навички (реалізується через: робота в групах, метод проєктів, метод самопрезентації).

### План вивчення навчальної дисципліни

Тема 1. Загальні відомості про електричні машини.

Тема 2. Будова та робочий процес трансформаторів.

Тема 3. Векторна діаграма приведенного трансформатора, рівняння та схема його заміщення.

Тема 4. Зовнішні характеристики, втрати та ККД трансформатора.

Тема 5. Регулювання напруги трансформатора, схеми з'єднання його обмоток.

Тема 6. Паралельна робота трансформаторів, багато-обмоткові трансформатори.

Тема 7 Робочий режим АД

Тема 8. Механічна характеристика та стійкість роботи АД.

Тема 9. Пуск трифазних АД

Тема 10 Регулювання частоти обертання АД

Тема 11. Гальмівні режими асинхронного двигуна. Однофазний асинхронний двигун

Тема 12. Синхронні машини.

Тема 13. Векторні діаграми та робочі характеристики синхронного генератора.

Тема 14. Робота синхронного генератора на автономне навантаження.

Тема 15. Енергетична діаграма та кутова характеристика синхронного генератора.

Тема 16. Синхронний двигун, синхронні компенсатори

Тема 17. Будова і принцип дії машин постійного струму.

Тема 18. Генератори постійного струму

Тема 19. Двигуни постійного струму.

Тема 20. Регулювання кутової швидкості та гальмування ДПС.

Тема 21. Вентильні та універсальні колекторні двигуни.

### Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість год.	
		Денна	Заочна
1	Інструктаж із правил техніки безпеки		
2	Дослідження трифазного двообмоткового трансформатора.	2	1

3	Дослідження паралельної роботи трифазних двообмоткових трансформаторів.	2	1
4	Дослідження трансформатора струму.	2	1
5	Дослідження трансформатора напруги.	2	1
6	Захист звітів	2	
7	Дослідження асинхронного коротко-замкнутого двигуна	2	1
8	Дослідження роботи трифазного асинхронного двигуна в однофазному режимі	2	1
9	Дослідження нагрівання електродвигуна	2	1
10	Підвищення коефіцієнта потужності споживачів електричної енергії	2	1
11	Дослідження схем гальмування асинхронних електродвигунів	2	
12	Захист звітів	2	
13	Інструктаж із правил техніки безпеки		
14	Випробовування трифазного синхронного генератора.	2	1
15	Паралельна робота генератора з мережею.	2	
16	Випробовування трифазного синхронного двигуна.	2	1
17	Визначення струму ротора генератора	2	
18	Дослідження трифазного синхронного генератора сільськогосподарського призначення	2	1
20	Дослідження генераторів постійного струму з незалежним, паралельним та послідовним збудженням.	2	
21	Дослідження двигунів постійного струму паралельного збудження.	2	1
22	Дослідження двигунів постійного струму послідовного збудження.	2	1
23	Дослідження двигуна постійного струму змішаного збудження	2	1
24	Захист звітів	2	
Усього за курс		40	14

### Самостійна робота здобувача вищої освіти

Самостійна робота студента ВНАУ є основним засобом оволодіння навчальним матеріалом у вільний від обов'язкових занять час.

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна	Заочна
1.	Елементарні перетворення електричної та механічної енергій.	4	6
2.	Будова та різновиди трансформаторів.	4	6
3.	Робочий процес трансформаторів.	4	6
4.	Комплексні рівняння і векторна діаграма приведенного трансформатора.	4	6
5.	Рівняння та схема заміщення трансформатора.	4	6
6.	Зовнішні характеристики, втрати та ККД трансформатора.	4	6
7.	Регулювання напруги трансформатора. Групи з'єднання обмоток	4	6

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна	Заочна
	трансформаторів.		
8.	Паралельна робота трансформаторів, автотрансформатори.	4	6
9.	Спеціальні трансформатори.	6	6
10.	Принцип дії машин змінного струму та обмотки їх статора.	4	6
11.	Магніторухійна сила обмоток статора.	4	4
12.	Асинхронні машини змінного струму.	4	6
13.	Робочий режим асинхронного двигуна.	4	4
14.	Механічна характеристика та стійкість роботи АД.	4	4
15.	Кругова діаграма АД.	4	6
16.	Тема 18. Пуск трифазних АД.	4	6
17.	Регулювання частоти обертання АД.	4	6
18.	. Гальмівні режими асинхронного двигуна.	4	6
19.	Однофазний асинхронний двигун.	4	6
20.	Синхронні машини.	6	6
21.	Реакція якоря синхронного генератора.	6	6
22.	Векторні діаграми та робочі характеристики синхронного генератора.	4	6
23.	Робота синхронного генератора на автономне навантаження.	4	8
24.	Енергетична діаграма та кутова характеристика синхронного генератора.	4	6
25.	Тема 27. Синхронний двигун.	4	8
26.	Тема 28. Характеристики синхронного двигуна, синхронні компенсатори.	4	6
27.	Тема 29. Синхронні машини спеціального призначення.	4	6
28.	Тема 30. Будова і принцип дії машин постійного струму.	6	6
29.	Тема 31. Магнітне поле машини постійного струму.	6	6
30.	Тема 32. Генератори постійного струму.	4	6
31.	Тема 33. Втрати і коефіцієнт корисної дії генераторів постійного струму	4	8
32.	Тема 34. Двигуни постійного струму.	4	6
33.	Тема 35. Регулювання кутової швидкості та гальмування ДПС.	4	8
34.	Тема 36. Паралельна робота двигунів постійного струму на спільний вал.	4	6
35.	Тема 37. Вентильні та універсальні колекторні двигуни.	4	6
<b>Усього годин</b>		<b>158</b>	<b>212</b>

### Основні види самостійної роботи здобувача

№	Вид самостійної роботи	Години	Терміни виконання	Форма та метод контролю
1	Підготовка до лекційних та практичних занять	30	щотижнево	Усне та письмове опитування
2	Підготовка, оформлення та захист звітів з робіт	48	щотижнево	Усне та письмове опитування
3	Індивідуальні творчі завдання (виконання гугл-презентації, презентації за заданою проблемною тематикою	40	2 рази на семестр	Спостереження за виконанням, обговорення, виступ з презентацією,

				усний захист
4	Підготовка до контрольних робіт та тестування	40	2 рази на семестр	Тестування у системі СОКРАТ
<b>Разом</b>		<b>158</b>		

Самостійна робота студента організовується шляхом видачі індивідуального переліку питань і практичних завдань з кожної теми, які не виносяться на аудиторне опрацювання та виконання індивідуального творчого завдання (відео-презентації).

Самостійна робота здобувача є одним із способів активного, цілеспрямованого набуття нових для нього знань та умінь. Вона є основою його підготовки як фахівця, забезпечує набуття ним прийомів пізнавальної діяльності, інтерес до творчої роботи, здатність вирішувати наукові та практичні завдання.

Індивідуальні завдання здобувач виконує самостійно під керівництвом викладача згідно з індивідуальним навчальним планом.

У випадку реалізації індивідуальної освітньої траєкторії здобувача заняття можуть проводитись за індивідуальним графіком.

Під час роботи над індивідуальними завданнями, розв'язуванням задач не допустимо порушення академічної доброчесності. Презентації та виступи мають бути авторськими та оригінальними.

### **Орієнтовний перелік тем індивідуальних творчих завдань**

За рішенням кафедри студенти готують реферати та доповіді на щорічну науково-технічну конференцію співробітників кафедри.

#### Теми рефератів:

1. Описати механічні характеристики робочих машин.
2. Розрахувати механічну характеристику електродвигуна постійного струму.
3. Розрахувати механічну характеристику асинхронного електродвигуна.
4. Розрахувати механічну характеристику синхронного електродвигуна.
5. Описати перспективні шляхи подальшого удосконалення електричних машин.
6. Описати шляхи енергозбереження в електричних машинах.

Виконання розрахункової роботи відповідно до індивідуального завдання  
Зміст завдання: Розрахувати елементи та режими роботи електричних машин. Розрахункова робота вводиться для закріплення теоретичних знань та набуття практичних навичок розрахунку електричних машин. Завдання сформульоване таким чином, що охоплює весь матеріал розділу, що вивчається в дисципліні. Об'єктом розрахунку є різноманітні електричні машини. В роботі виконується розрахунок режимів роботи електричних машин.

За рішенням кафедри студенти готують доповіді на щорічну науково-технічну конференцію професорсько-викладацького складу, співробітників та студентів університету, беруть співучасть у написанні наукових статей.

### Контроль і оцінка результатів навчання

У кінці семестру, здобувач вищої освіти може набрати до 60% підсумкової оцінки за виконання всіх видів робіт, що виконуються протягом семестру, до 10% за показники наукової, інноваційної, навчальної, виховної роботи та студентської активності і до 30% підсумкової оцінки – за результатами підсумкового контролю.

Вид навчальної діяльності	Бали
<b>Атестація 1</b>	
Участь у дискусіях на лекційних заняттях	2
Участь у роботі на практичних заняттях	2
Захист звітів з робіт	21
Виконання контрольних робіт, тестування	5
<b>Всього за атестацію 1</b>	<b>30</b>
<b>Атестація 2</b>	
Участь у дискусіях на лекційних заняттях	2
Участь у роботі на практичних заняттях	2
Захист звітів з робіт	21
Виконання контрольних робіт, тестування	5
<b>Всього за атестацію 2</b>	<b>30</b>
Індивідуальні та групові творчі завдання (виконання гугл-презентації, презентації за заданою проблемною тематикою, виконання макетів, виступ на наукових конференціях)	<b>10</b>
<b>Підсумкове тестування</b>	<b>30</b>
<b>Разом</b>	<b>100</b>

### Шкала оцінки знань студента

Оцінка за національною 4-бальною шкалою	Рейтинг студента, бали	Оцінка за шкалою ECTS
<b>Відмінно</b>	90 – 100	<b>A</b>
<b>Добре</b>	82-89	<b>B</b>
	75-81	<b>C</b>
<b>Задовільно</b>	66-74	<b>D</b>
	60-65	<b>E</b>
<b>Незадовільно</b>	35-59	<b>FX</b>
	1-34	<b>F</b>

Якщо здобувач упродовж семестру за підсумками контрольних заходів набрав (отримав) менше половини максимальної оцінки з навчальної дисципліни (менше 35 балів), то він не допускається до заліку чи екзамену. Крім того, обов'язковим при мінімальній кількості балів за підсумками контрольних заходів є виконання індивідуальної творчої роботи (презентації).

Програма навчальної дисципліни передбачає врахування результатів неформальної та інформальної освіти при наявності підтверджуючих документів як окремі кредити вивчення навчальних дисциплін.

### Критерії поточного оцінювання знань здобувачів вищої освіти

Усний виступ, письмові відповіді, виконання і захист творчої роботи, тестування	Критерії оцінювання
5	В повному обсязі володіє навчальним матеріалом, вільно самостійно та аргументовано його викладає під час усних виступів та письмових відповідей, глибоко та всебічно розкриває зміст теоретичних питань та практичних завдань, використовуючи при цьому обов'язкову та додаткову літературу. Правильно вирішив усі тестові завдання.
4	Достатньо повно володіє навчальним матеріалом, обґрунтовано його викладає під час усних виступів та письмових відповідей, в основному розкриває зміст теоретичних питань та практичних завдань, використовуючи при цьому обов'язкову літературу. Але при викладанні деяких питань не вистачає достатньої глибини та аргументації, допускаються при цьому окремі несуттєві неточності та незначні помилки. Правильно вирішив більшість тестових завдань.
3	В цілому володіє навчальним матеріалом викладає його основний зміст під час усних виступів та письмових відповідей, але без глибокого всебічного аналізу, обґрунтування та аргументації, без використання необхідної літератури допускаючи при цьому окремі суттєві неточності та помилки. Правильно вирішив половину тестових завдань.
2	Не в повному обсязі володіє навчальним матеріалом. Фрагментарно, поверхово (без аргументації та обґрунтування) викладає його під час усних виступів та письмових відповідей, недостатньо розкриває зміст теоретичних питань та практичних завдань, допускаючи при цьому суттєві неточності, правильно вирішив меншість тестових завдань.
1	Частково володіє навчальним матеріалом не в змозі викласти зміст більшості питань теми під час усних виступів та письмових відповідей, допускаючи при цьому суттєві помилки. Правильно вирішив окремі тестові завдання.
0	Не володіє навчальним матеріалом та не в змозі його викласти, не розуміє змісту теоретичних питань та практичних завдань. Не вирішив жодного тестового завдання.



## Список основної та додаткової літератури

### Основна

1. Белікова Л.Я., Шевченко В.П. Електричні машини/ Навчальний посібник. Одеса: Наука і Техніка, 2014. 480 с.
2. Лябук М.Н. Електричні машини: Навч. посіб. М. Н. Лябук; Луц. держ. техн. ун-т. - Луцьк : РВВ Луц. держ. техн. ун-ту, 2005. 444 с.
3. Шевченко В. П. Електричні машини. Ч. 1. Машини постійного струму В. П. Шевченко, Л. Я. Белікова. О. : ОДПУ, 2000. 120 с.
4. Шевченко В. П. Машини змінного струму: навч. посіб. В. П. Шевченко, Л. Я. Белікова. О. : Наука і техніка, 2005. 270 с.
5. Електричні машини і трансформатори : навч. посібник / М. О. Остапешський, О. Ю. Юр'єва; за ред. В. І. Мілих. Харків : ФОП Панов А. М., 2017. 452 с.
6. Яцун М.А. Електричні машини. Львів: Ви-во Львівської політехніки, 2011. 464 с.

### Додаткова

7. Електричні машини. А. О. Бояркін, Е. А. Галіцин, М. В. Гаранжа, О. М. Косиченко. – Навч. посібник з лабораторного практикуму. Харків: Нац. аерокосм. ун-т «Харк. авіац. ін-т», 2009. с.
8. Синхронні генератори зі збудженням від постійних магнітів. А. О. Бояркін, Е. А. Галіцин, М.В. Гаранжа, О. М. Косиченко. – Навч. посібник з розрахунково-графічної роботи, курсовому й дипломному проектуванню. Харків: Нац. аерокосм. ун-т «Харк. авіац. ін-т», 2009. 92 с.
9. Грабко В. В. Експериментальні дослідження електричних машин. Частина І. Машини постійного струму/В. В. Грабко, М. П. Розводюк, І. В. Грабенко. Вінниця: ВНТУ, 2005. 86 с.
10. Грабко В. В. Експериментальні дослідження електричних машин. Частина ІV. Трансформатори В. В. Грабко, М. П. Розводюк, С. М. Левицький. Вінниця: ВНТУ, 2008. 219 с.
11. Грабко В. В. Експериментальні дослідження електричних машин. Частина ІІІ. Асинхронні машини. В. В. Грабко, М. П. Розводюк, С. М. Левицький, М. О. Казак. Вінниця: ВНТУ, 2007. 197 с.