

# ХЕРСОНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ



**ПОГОДЖУЮ**

Гарант освітньої програми

З/м Валентина ЗУБЕНКО

"31" серпня 2023 року

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри

М Микола ВОЛОШИН

Протокол засідання кафедри  
гідротехнічного будівництва, водної та  
електричної інженерії ХДАЕУ  
від "25" серпня 2023 року № 1

## СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

### Електричні машини

Назва навчальної дисципліни

**Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський) рівень**

**Освітня програма – 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка**

**Спеціальність – 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка**

**Галузь знань – 14 Електрична інженерія**

**Кропивницький – 2023**

## 1. Загальна інформація

<b>Назва навчальної дисципліни</b>	<b>Електричні машини</b>
<b>Факультет</b>	Архітектури та будівництва
<b>Назва кафедри</b>	Гідротехнічного будівництва, водної та електричної інженерії
<b>Викладач</b>	Рагулін Сергій Володимирович, кандидат технічних наук, доцент кафедри гідротехнічного будівництва, водної та електричної інженерії ХДАЕУ; наукові інтереси - автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології, штучний інтелект.
<b>Контактна інформація</b>	моб.тел. +38-050-660-27-41; e.mail – ragulin_s@ukr.net.
<b>Графік консультацій</b>	Вівторок, четвер – з 15:00 до 16:00; або за призначеним часом в он-лайн режимі на платформі Zoom.
<b>Програма дисципліни</b>	<p style="text-align: center;"><b>Змістова частина 1. Асинхронні машини</b></p> <p><b>Тема 1. Режими роботи асинхронної машини.</b> Принцип дії, режими роботи асинхронної машини. Схеми заміщення асинхронної машини. Залежність моменту від ковзання. Способи поліпшення пускових властивостей асинхронної машини.</p> <p><b>Тема 2. Магнітне коло асинхронної машини</b> Розрахунок магнітного кола асинхронного двигуна. Магнітні потоки розсіяння асинхронної машини. Роль зубців осердя у наведенні електрорушійної сили при створенні електромагнітного моменту.</p> <p><b>Тема 3. Робочий процес асинхронного двигуна</b> Рівняння напруги асинхронного двигуна. Рівняння магнітно рушійної сили та струмів асинхронних двигунів. Зведення параметрів обмоток ротора асинхронного двигуна. Векторна діаграма асинхронного двигуна.</p> <p><b>Тема 4. Електромагнітний момент та робочі характеристики асинхронного двигуна</b> Електромагнітний момент та механічні характеристики асинхронного двигуна. Механічні характеристики асинхронного двигуна при зміні напруги мережі та активного опору обмотки ротора. Робочі характеристики асинхронного двигуна. Втрати та коефіцієнту корисної дії асинхронного двигуна.</p> <p><b>Тема 5. Розрахунок робочих характеристик асинхронного двигуна</b> Дослід холостого ходу. Дослід короткого замикання. Кругова діаграма асинхронного двигуна. Побудова робочих характеристик асинхронного двигуна за круговою діаграмою. Аналітичний метод розрахунку робочих характеристик асинхронних двигунів.</p> <p><b>Тема 6. Пуск та регулювання частоти обертання асинхронних двигунів</b> Пуск двигунів з фазними ротором. Пуск двигунів з короткозамкненим ротором. Короткозамкнені асинхронні двигуни із покращеними пусковими характеристиками. Регулювання частоти обертання асинхронних двигунів.</p> <p style="text-align: center;"><b>Змістова частина 2. Синхронні машини</b></p> <p><b>Тема 7. Будова та способи збудження синхронних машин</b> Принцип дії та конструкція синхронних машин, схеми збудження, реакція якоря і характеристики</p>

	<p>синхронної машини.</p> <p><b>Тема 8. Магнітне поле та характеристики синхронних генераторів</b> Магнітне поле синхронної машини. Реакція якоря синхронних машин. Рівняння напруги синхронного генератора.</p> <p><b>Тема 9. Синхронні двигуни і синхронні компенсатори</b> Принцип дії синхронного двигуна. Пуск синхронного двигуна. Режими роботи. Робочі характеристики синхронного двигуна. Синхронний компенсатор.</p> <p><b>Тема 10. Паралельна робота синхронних генераторів</b> Увімкнення генераторів на паралельну роботу. Навантаження генератора, що увімкнений на паралельну роботу. Кутові характеристики синхронних генераторів. Коливання синхронних генераторів. Синхронізуюча властивість синхронних машин. Перехідні процеси синхронних генераторів.</p> <p><b>Тема 11. Синхронні машини спеціального призначення</b> Синхронні машини з постійними магнітами. Синхронні реактивні двигуни. Індукторні синхронні машини. Гістерезисні двигуни.</p>
<b>Мова викладання</b>	<b>українська</b>

## 2. Анотація курсу

<b>Анотація курсу</b>	Електричні машини – це одна з фундаментальних дисциплін електротехнічного циклу. Дисципліна вивчає теорії електромагнітного та електромеханічного перетворення енергії, а також основи теорії проектування електромеханічних і електромагнітних пристроїв, генеруючих агрегатів електростанцій, автоматизованих електроприводів та інших електротехнічних систем і комплексів.
<b>Інформаційний пакет дисципліни</b>	<a href="http://dspace.ksau.kherson.ua">http://dspace.ksau.kherson.ua</a>

## 3. Мета та завдання курсу

<b>Мета викладання дисципліни</b>	Метою вивчення дисципліни є формування теоретичних знань та практичних навичок у галузі електричних машин та трансформаторів, їх електричних та механічних властивостей, енергетичних і теплових процесів, що мають місце при їх роботі.
<b>Завдання вивчення дисципліни</b>	Задачею вивчення електричних машин є набуття майбутніми інженерами теоретичних і практичних знань у галузі електромеханічного і електромагнітного перетворення енергії. Знання електричних машин є базою для вивчення спеціальних дисциплін з енергетики і електромеханіки.

## 4. Програмні компетентності та результати навчання

<b>Компетентності здобувача вищої освіти, сформовані в результаті вивчення курсу</b>	
<b>Загальні</b>	К02. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
<b>Спеціальні (фахові)</b>	К15. Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з роботою електричних машин, апаратів та автоматизованого електроприводу.
<b>Програмні результати навчання (ПР)</b>	

<b>ПРН</b>	<p>ПР01. Знати і розуміти принципи роботи електричних систем та мереж, силового обладнання електричних станцій та підстанцій, пристроїв захисного заземлення та грозозахисту та уміти використовувати їх для вирішення практичних проблем у професійній діяльності.</p> <p>ПР03. Знати принципи роботи електричних машин, апаратів та автоматизованих електроприводів та уміти використовувати їх для вирішення практичних проблем у професійній діяльності.</p> <p>ПР10. Знаходити необхідну інформацію в науково-технічній літературі, базах даних та інших джерелах інформації, оцінювати її релевантність та достовірність.</p> <p>ПР17. Розв'язувати складні спеціалізовані задачі з проектування і технічного обслуговування електромеханічних систем, електроустаткування електричних станцій, підстанцій, систем та мереж.</p>
------------	--

### 5. Місце навчальної дисципліни у структурі освітньої програми

<b>Рік викладання</b>	<b>2023-2024 н.р.</b>
<b>Семестр</b>	<b>6</b>
<b>Курс</b>	<b>3</b>
<b>Обов'язкова компонента / Вибіркова компонента</b>	Обов'язкова компонента ОК23
<b>Пререквізити</b>	Знання з дисципліни забезпечуються дисциплінами спеціальності: „Вища математика”, „Фізика з основами електроніки”, „Основи електропостачання”, „Теоретичні основи електротехніки”, „Основи електроніки”, „Електричні системи та мережі”, „Основи релейного захисту”, „Спеціальні розділи теоретичних основ електротехніки”.
<b>Постреквізити</b>	Знання з основних розділів дисципліни забезпечують подальше вивчення дисциплін: “Електрична частина станцій та підстанцій”, „Енергетичні системи та комплекси”, „Енергозбереження засобами автоматизованого електроприводу”, „Електропостачання промислових підприємств”, „Способи поліпшення якості електроенергії в мережах живлення”.

### 6. Обсяг курсу на поточний навчальний рік

<b>Кількість кредитів / годин</b>	<b>6,0/180 год.</b>
<b>Лекції</b>	<b>30 год.</b>
<b>Практичні / Семінарські</b>	<b>26 год.</b>
<b>Лабораторні</b>	<b>20 год.</b>
<b>Самостійна робота</b>	<b>104 год.</b>
<b>Форма підсумкового контролю</b>	<b>Іспит</b>

### 7. Технічне та програмне забезпечення / обладнання

<b>Технічне та програмне забезпечення</b>	Доступ до мережі Internet, точка доступу Wi-Fi; OS: Windows, Android, iOS; Програмне забезпечення: Word, Excel, PowerPoint; Zoom, Google Meet.
<b>Обладнання</b>	Персональний комп'ютер, ноутбук, проєктор, інтерактивна дошка, мобільний пристрій (телефон, планшет)

### 8. Політика курсу

<b>Загальні вимоги</b>	Здобувачі вищої освіти повинні планомірно та систематично засвоювати навчальний матеріал. Активно працювати під час практичних занять, повною мірою долучатись до активних форм навчання. Заохочується робота у наукових гуртках, підготовка тез доповідей та участь у конференціях, підготовка та публікація наукових статей, участь у конкурсах наукових робіт та інше.
<b>Політика щодо дедлайнів і перескладання</b>	Роботи, надані з порушенням термінів без поважних причин, оцінюються на нижчу оцінку. В разі несвоєчасного виконання робіт їх оцінка знижується на 25% від можливої максимальної кількості балів за вид діяльності. Перескладання відбувається за наявності поважних причин.
<b>Політика щодо відвідування</b>	Відвідування занять є обов'язковим. Не запізнюватись на заняття. Дотримуватись техніки безпеки. Завчасно ознайомлюватись з темою практичної роботи. Процедура відпрацювання попуцених занять здійснюється шляхом виконання завдань з пропущеної теми. Пропущенні заняття відпрацьовуються у встановлений викладачем час.
<b>Політика щодо виконання завдань</b>	Позитивно оцінюються відповідальність, старанність, креативність, фундаментальність. Під час підготовки до практичних занять, виконання самостійної роботи необхідно спиратись на конспект лекцій та рекомендовану літературу. Водночас вітається використання інших джерел з альтернативними поглядами на ті чи інші питання задля формування продуктивної дискусії та різнобічного вивчення тем дисципліни.
<b>Академічна доброчесність</b>	Обов'язкове дотримання академічної доброчесності студентами, а саме: самостійне виконання всіх видів робіт, завдань, форм контролю, передбачених програмою даної навчальної дисципліни; посилання на джерела інформації у разі використання ідей, розробок, тверджень, відомостей; надання достовірної інформації про результати власної навчальної (наукової, творчої) діяльності, використані методики досліджень і джерела інформації.

### 9. Структура курсу

Номер тижня	Вид занять	Тема заняття або завдання на самостійну роботу	Кількість				балів
			годин				
			лк	лаб.	сем. / пр.	СР	
<b>Змістова частина 1. Асинхронні машини</b>							

	<b>Тема 1</b>	<b>Режими роботи асинхронної машини</b>	2				
	Практична робота	Принцип дії, режими роботи асинхронної машини. Схеми заміщення асинхронної машини.			4		1
	Самостійна робота	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до практичної роботи.				7	1
	<b>Тема 2</b>	<b>Магнітне коло асинхронної машини</b>	2				
	Практична робота	Розрахунок магнітного кола асинхронного двигуна. Магнітні потоки розсіяння асинхронної машини.			4		1
	Самостійна робота	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до практичної роботи.				6	1
	<b>Тема 3</b>	<b>Робочий процес асинхронного двигуна</b>	2				
	Практична робота	Рівняння напруги асинхронного двигуна. Рівняння магнітно рушійної сили та струмів асинхронних двигунів.			2		1
	Самостійна робота	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до практичної роботи.				7	1
	<b>Тема 4</b>	<b>Електромагнітний момент та робочі характеристики асинхронного двигуна</b>	4				
	Лабораторна робота	Дослідження конструкції та принципу дії трифазних асинхронних двигунів		6			1
	Самостійна робота	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до лабораторної роботи.				7	1
	<b>Тема 5</b>	<b>Розрахунок робочих характеристик асинхронного двигуна</b>	4				
	Практична робота	Побудова робочих характеристик асинхронного двигуна за круговою діаграмою. Аналітичний метод розрахунку робочих характеристик асинхронних двигунів.			2		1

	Лабораторна робота	Дослідження робочих властивостей асинхронного двигуна за даними дослідів неробочого ходу та короткого замикання		6				2
	Самостійна робота	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до практичної, лабораторної роботи.					7	1
	<b>Тема 6</b>	<b>Пуск та регулювання частоти обертання асинхронних двигунів</b>	2					
	Практична робота	Короткозамкнені асинхронні двигуни із покращеними пусковими характеристиками. Регулювання частоти обертання асинхронних двигунів.			2			1
	Лабораторна робота	Дослідження способів пуску асинхронних двигунів з короткозамкненим ротором		4				2
	Самостійна робота	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до практичної, контрольної роботи.					7	1
	ЗЧ 1	Контрольна робота	-	-	-	-	-	4
	ПКЗЧ 1		16	16	14	41		20
<b>Змістова частина 2. Синхронні машини</b>								
	<b>Тема 7</b>	<b>Будова та способи збудження синхронних машин</b>	2					
	Самостійна робота	Опрацювання лекційного матеріалу.					5	2
	<b>Тема 8</b>	<b>Магнітне поле та характеристики синхронних генераторів</b>	4					
	Практична робота	Реакція якоря синхронних машин. Рівняння напруги синхронного генератора.			2			2
	Лабораторна робота	Дослідження характеристик синхронного двигуна		4				2
	Самостійна робота	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до практичної, лабораторної роботи.					6	1
	<b>Тема 9</b>	<b>Синхронні двигуни і синхронні компенсатори</b>	4					

	Практична робота	Пуск синхронного двигуна. Режими роботи. Робочі характеристики синхронного двигуна.			2		2
	Самостійна робота	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до практичної роботи.				6	1
	<b>Тема 10</b>	<b>Паралельна робота синхронних генераторів</b>	2				
	Практична робота	Навантаження генератора, що увімкнений на паралельну роботу. Кутові характеристики синхронних генераторів. Коливання синхронних генераторів.			2		2
	Самостійна робота	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до практичної роботи.				6	1
	<b>Тема 11</b>	<b>Синхронні машини спеціального призначення</b>	2				
	Практична робота	Синхронні машини з постійними магнітами. Синхронні реактивні двигуни. Індукторні синхронні машини. Гістерезисні двигуни.			2		2
	Самостійна робота	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до практичної роботи.				7	1
	ЗЧ 2	Контрольна робота	-	-	-	-	4
	Курсовий проект		-	-	-	20	20
	ПКЗЧ 2		14	4	12	63	20
	<b>Усього за курс</b>		<b>30</b>	<b>20</b>	<b>26</b>	104	60
		Екзамен					40

#### 10. Форми і методи навчання

<b>Лекція</b>	Під час лекційних занять викладається основний матеріал дисципліни. Використовуються словесні методи навчання: пояснення (інформаційно-повідомлювальне, інструктивне-практичне, пояснювальне-спонукальне, система зображально-виражальних засобів). Проводяться лекції за формами: вступна, тематична, оглядова,
---------------	--



	підсумкова. Проведення лекційних занять включає: викладення теоретичного матеріалу, оглядові лекції з використанням наочного матеріалу, опорного конспекту. Рівень засвоєння матеріалу студент контролює самостійно шляхом відповідей на запитання для самоперевірки.
<b>Практичні /Семінарські</b>	Практичне заняття включає проведення поточного контролю знань, умінь і навичок здобувачів вищої освіти, розв'язування завдань з їх обговоренням, їх перевірку, оцінювання. Оцінки, отримані здобувачем вищої освіти за окремі практичні заняття, враховуються при виставленні семестрової оцінки з навчальної дисципліни.
<b>Лабораторні</b>	Лабораторні роботи виконуються на ЕОМ з використанням спеціалізованого програмного забезпечення та програмного забезпечення загального призначення. Під час виконання лабораторних робіт перевіряються теоретичні знання, що наводяться в лекційному матеріалі. Здобувачі вищої освіти виконують дослідження самостійно під керівництвом викладача. Транслюється відео робочого процесу з обладнанням яке є для певної роботи в онлайн режимі. Результати вимірювань і досліджень заносяться до таблиць. Наступним етапом є оформлення роботи до здачі. Підсумком виконаної роботи є звіт. Звіти оформлюються в електронній формі.
<b>Самостійна робота</b>	Самостійна робота передбачає опрацювання навчального матеріалу, виконання завдань самостійної роботи. Освітній час, відведений на самостійну роботу здобувачів вищої освіти денної форми навчання, регламентується навчальним планом. Для самостійного опрацювання лекційного матеріалу здобувачі вищої освіти використовують, крім підручників, навчально – методичну літературу, створену на кафедрі. Освітній матеріал дисципліни, передбачений для засвоєння здобувачами у процесі самостійної роботи, виноситься на підсумковий контроль разом з навчальним матеріалом, що вивчався при проведенні аудиторних навчальних занять. З метою розвитку необхідних фахівцю навичок самостійної роботи і практичного використання теорії електропостачання при вирішенні технічних задач, а також для стимулювання більш поглибленого вивчення матеріалу дисципліни програмою курсу передбачено курсовий проект.

## 11. Система контролю та оцінювання

<b>Поточний контроль</b>	
<p>Навчальна програмна з дисципліни передбачає регулярне проведення обов'язкових контрольних заходів, успішне виконання яких в відведений час має дати семестрову рейтингову оцінку. Методи поточного контролю: усний контроль (опитування, бесіда, доповідь, повідомлення тощо); письмовий контроль (контрольна робота, твір, реферат, виклад матеріалу на задану тему в письмовій формі тощо); комбінований контроль; презентація самостійної роботи студента; практичний контроль (під час практичних робіт, на практикумах, під час усіх видів практики); спостереження як метод контролю; лабораторний контроль; тестовий контроль тощо.</p> <p>Вимоги та методи до поточного контролю: індивідуальне опитування, фронтальне опитування, співбесіда, звіт, реферат, презентація тощо. Оцінювання знань здобувачів на основі поточного контролю відбувається: а) способом перевірки систематичності та активності роботи здобувача над вивченням програмного матеріалу курсу протягом семестру; б) способом виконання завдань самостійної роботи здобувача.</p>	
<b>Підсумковий контроль за змістовою частиною</b>	
<p>Підсумковий контроль за змістовою частиною визначає рівень знань здобувача з програмного матеріалу змістової частини, отриманих під час</p>	

усіх видів занять і самостійної роботи.

### Підсумковий контроль

Формою підсумкового контролю є іспит. Здобувач вищої освіти допускається до складання іспиту, якщо він захистив практичні роботи і розрахунково-графічну роботу та виконав контрольні роботи за змістовими частинами на позитивні оцінки. Екзамен складається з двох частин: теоретичної - у формі тестування і практичної з розв'язанням задач. Основні вимоги до контролю знань наведені у Положенні про оцінювання знань здобувачів ВО ХДАЕУ. Загальна підсумкова оцінка з навчальної дисципліни складається із суми балів за поточну успішність (не більше 60 балів) та екзамен (не більше 40 балів).

### Розподіл балів з дисципліни ( форма контролю – екзамен)

Поточне оцінювання і контроль змістових частин (бали)												КП	Підсумковий контроль (екзамен)	Сума	
Змістова частина 1						Змістова частина 2									
T1	T2	T3	T4	T5	T6	KP1	T7	T8	T9	T10	T11	KP2	30	40	100
2	2	2	2	2	2	4	2	2	2	2	2	4			

### 12. Шкала оцінювання

Шкала рейтингу ХДАЕУ	Оцінка за шкалою ЄКТС	Оцінка за національною шкалою	
90-100	A	Відмінно	зараховано
82-89	B	Добре	
74-81	C		
64-73	D	Задовільно	
60-63	E		
35-59	FX	Незадовільно	не зараховано
1-34	F	Незадовільно (з обов'язковим повторним вивченням курсу)	

### 13. Рекомендована література та інформаційні ресурси

<b>Основна література</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Квітка С.О., Галько С. В., Ковальов О. В. Електричні машини: машини постійного струму і трансформатори. Начальний посібник. - Мелітополь: Видавничо-поліграфічний центр «Люкс», 2019.- 167 с.</li><li>2. Заблодський М. М., Чуєнко Р. М., Васюк В. В. Електричні машини (Ч.2 Трансформатори) : навчальний посібник. Київ : ЦП «Компринт», 2019. 350 с.</li><li>3.Проектування електричних машин : навч. посіб. / Д.В. Циценков, О.Б Іванов, О.В. Бобров і ін.– Дніпро : НТУ «ДП», 2020. 408 с.</li></ol>
<b>Додаткова</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Вовк О.Ю. Електротехніка. Навчальний посібник. - Мелітополь: ВПЦ «Люкс», 2021. 203с.</li><li>2. Чуєнко Р. М. Технологія модернізації асинхронних двигунів з використанням внутрішньої ємнісної компенсації реактивної потужності / Р. М. Чуєнко // Енергетика і автоматика. - 2019. - № 2. - С. 34-39.</li><li>3. Андрейко І. І., Гайдук В. Г. Електричні машини постійного струму Навчальний посібник. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2018. 568 с.</li></ol>
<b>Інформаційні ресурси</b>	Національна бібліотека України імені академіка В. І. Вернадського: [сайт]. Режим доступу: <a href="http://nbuv.gov.ua/">http://nbuv.gov.ua/</a> Наукова бібліотека Херсонського державного аграрно-економічного університету, м. Херсон, вул. Стрітенська, 23. URL: <a href="http://ksau.kherson.ua/nnb.html">http://ksau.kherson.ua/nnb.html</a> Нормативно-правова база України URL: <a href="https://zakon.rada.gov.ua/laws">https://zakon.rada.gov.ua/laws</a> Електронна бібліотека. URL: <a href="http://lib.meta.ua/">http://lib.meta.ua/</a> Бібліотека ім. В.Г. Короленко. URL: <a href="http://korolenko.kharkov.com">http://korolenko.kharkov.com</a> Electrical Machines <a href="https://books.google.com.ua/books?id=FLgMygrZDgEC&amp;hl=uk&amp;source=gbs">https://books.google.com.ua/books?id=FLgMygrZDgEC&amp;hl=uk&amp;source=gbs</a>