

**Національний університет біоресурсів і
природокористування України**

Кафедра електротехніки, електромеханіки та електротехнологій



“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Декан факультету

Вячеслав БРАТІШКО

“ ” _____ 2023 р.

“СХВАЛЕНО”

на засіданні кафедри
електротехніки, електромеханіки та електротехнологій

Протокол № _ від " _ " _ 2023 р.

В.о. завідувача кафедри

Олександр ОКУШКО

“РОЗГЛЯНУТО”

Гарант ОП “Агроінженерія”

Ігор СІВАК

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

” ТОЕ, електрообладнання та електропривод с. г. техніки ”

напрямок підготовки

спеціальність 208 - “Агроінженерія ”

спеціалізація

Факультет механіко - технологічний

Розробник:

Санченко Олександр Володимирович, кандидат технічних наук

Київ – 2023 р.

1.

Опис навчальної дисципліни

” ТОЕ, електрообладнання та електропривод с. г. техніки ”

Галузь знань, напрям підготовки, спеціальність, освітньо-кваліфікаційний рівень		
Галузь знань		
Напрямок підготовки		
Спеціальність	181 - “ Агроінженерія ”	
Освітньо-кваліфікаційний рівень	Бакалавр	
Характеристика навчальної дисципліни		
Вид	Обов’язкова	
Загальна кількість годин	90	
Кількість кредитів ECTS	3	
Кількість змістових модулів	2	
Курсовий проект (робота) <small>(якщо є в робочому навчальному плані)</small>		
Форма контролю	Залік	
Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм навчання		
	денна форма навчання	заочна форма навчання
Рік підготовки	2	
Семестр	4	
Лекційні заняття	15 год.	
Практичні, семінарські заняття		
Лабораторні заняття	15 год.	
Самостійна робота	60 год.	
Курсова робота		
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних самостійної роботи студента	аудиторних - 2 самостійних - 4	

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

2.1. Мета викладання дисципліни

Дисципліна "Електротехніка" є інженерною дисципліною, передбаченою робочим навчальним планом зі спеціальності 208 - "Агроінженерія"
"Метою викладання дисципліни є:

- засвоєння основних фізичних законів та процесів, покладених в принцип дії сучасного електрообладнання в харчових технологіях ;
- підготовка студентів до якісного засвоєння спеціальних теоретичних та практичних дисциплін зі спеціальності.

2.2. Завдання вивчення дисципліни

Відповідно до мети викладання дисципліни студенти мають вивчити та досконало знати:

- історію становлення, сучасні досягнення та перспективи розвитку електротехніки;
- фізичні закони, покладені в основу дії електричних машин, електричних апаратів та іншого електротехнічного обладнання, що застосовується в переробному виробництві;
- конструкцію, принцип дії, теорію, технічні характеристики основного електротехнічного обладнання;
- основні питання стандартизації в електротехніці;
- основи виробництва, передачі, розподілу та застосування електричної енергії.

В результаті теоретичної і практичної підготовки студенти повинні вміти:

- застосовувати свої знання на практиці при підготовці до інженерної діяльності на рівні бакалавра технічного напрямку;
- володіти методикою та технікою проведення випробувань електрообладнання;
- аналізувати процеси в електротехніці, вміти виділяти основне та другорядне.

2.3. Вимоги до знань та вмінь, набутих у процесі вивчення дисципліни

Основними формами вивчення дисципліни є лекції, лабораторні заняття та самостійна робота студентів.

На лекціях передбачається ознайомлення студентів з програмним матеріалом у вигляді:

- розгляду галузі в цілому та перспектив застосування електроенергії

в технології виробництва та переробки продукції тваринництва;

- детального пояснення основних теоретичних законів, на основі яких ґрунтується робота основного електрообладнання;
- опису будови та принципу дії основного електрообладнання;
- ознайомлення з основами виробництва, розподілу, застосування та збереження електроенергії.

Метою лабораторних занять є:

- експериментальна перевірка дії основних теоретичних законів електротехніки;
- детальне вивчення будови електричних машин та апаратів;
- оволодіння основами методики і техніки досліджень електрообладнання.

Набуття компетентностей:

Інтегральна компетентність:

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

Спеціальні (фахові, предметні) компетентності (ФК):

ФК2. Здатність вирішувати практичні задачі із залученням методів математики, фізики та електротехніки.

ФК4. Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з проблемами метрології, електричних вимірювань, роботою пристроїв автоматичного керування, релейного захисту та автоматики.

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

ФК6. Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з проблемами виробництва, передачі та розподілення електричної енергії

програмні результати навчання: ПРН01. 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.

ПРН02. Знати і розуміти теоретичні основи метрології та електричних вимірювань, принципи роботи пристроїв автоматичного керування, релейного захисту та автоматики, мати навички здійснення відповідних вимірювань і використання зазначених пристроїв для вирішення професійних завдань.

ПРН03. Знати принципи роботи електричних машин, апаратів та автоматизованих електроприводів та уміти використовувати їх для вирішення практичних проблем у професійній діяльності.

ПРН18. Вміти самостійно вчитися, опановувати нові знання і

вдосконалювати навички роботи з сучасним обладнанням, вимірювальною технікою та прикладним програмним забезпеченням.

3. Програма навчальної дисципліни **Змістовний модуль 1. Електричні і магнітні кола**

Тема 1. Електричні кола постійного струму (2 години)

Електричне коло і його складові елементи. Основні визначення. Стандартні графічні позначення основних електротехнічних пристроїв. Резистивний елемент; опір і провідність. Послідовне і паралельне з'єднання струмоприймачів, еквівалентний опір розгалуженого кола.

Закон Ома для ділянки кола. Закон Ома для повного кола.

Робота і потужність постійного струму. Енергетичний баланс в електричному колі.

Закони Кірхгофа. Аналіз складних електричних кіл за допомогою безпосереднього застосування законів Кірхгофа. Метод контурних струмів. Принцип суперпозиції.

Вплив падіння напруги в лінії на роботу споживачів. Перехідні процеси в колах постійного струму.

Тема 2. Електричні кола синусоїдного змінного струму (3 години)

Змінний струм. Області застосування та причини широкого розповсюдження електротехнічних пристроїв синусоїдного струму промислової частоти. Принцип дії однофазного генератора змінного струму.

Основні параметри, які характеризують синусоїдний змінний струм: початкова фаза, зсув фаз, миттєве, амплітудне, середнє та діюче значення струму, $e.p.c.$, напруги. Векторне зображення синусоїдних електричних величин.

Електричне коло змінного струму з резистивним елементом. Електричні кола змінного струму з ідеальною та реальною індуктивними котушками. Електричне коло з конденсатором. Резонанс напруг. Кола синусоїдного змінного струму з послідовним з'єднанням активних, індуктивних і ємнісних опорів. Активний, реактивний і повний опір електричного кола. Коло синусоїдного струму з паралельним з'єднанням активних, індуктивних і ємнісних опорів. Резонанс струмів. Закони Ома та Кірхгофа для змінного струму.

Миттєва, повна, активна та реактивна потужності змінного струму. Трикутник потужностей. Коефіцієнт потужності та способи його підвищення.

Тема 3. Трифазні електричні кола (2 години)

Трифазні електричні кола. Трифазні синхронні генератори. З'єднання фаз генератора і споживачів зіркою та трикутником. Співвідношення між

лінійними і фазними струмами та напругами. Режими роботи несиметричного трифазного кола, що з'єднане зіркою, трикутником. Потужність трифазного кола. Перемикання струмоприймачів з трикутника на зірку. Втрати напруги в трифазній лінії.

Модуль 2. Електричні машини

Тема 4. Трансформатори (2 години)

Призначення, класифікація та області застосування трансформаторів. Однофазний трансформатор: будова, принцип дії однофазного трансформатора; коефіцієнт трансформації. Досліди холостого ходу та короткого замикання трансформатора. Втрати енергії та коефіцієнт корисної дії трансформатора.

Трифазні трансформатори: будова, принцип дії трифазних трансформаторів. Схеми та групи з'єднань обмоток трифазних трансформаторів.

Автотрансформатори. Багатообмоткові трансформатори. Вимірювальні трансформатори. Зварювальні трансформатори.

Тема 5 . Електричні машини постійного і змінного струму (2 години)

Асинхронні електродвигуни. Будова і принцип дії. Утворення обертового магнітного поля. Ковзання. Способи пуску та регулювання частоти обертання асинхронного двигуна. Втрати енергії та коефіцієнт корисної дії двигуна. Типовиконання асинхронних електродвигунів та області їх застосування.

Синхронні машини: будова, принцип дії. Особливості конструкції синхронного генератора та двигуна. Характеристики синхронного генератора. Синхронні генератори в резервних електростанціях.

Тема 6. Електричні вимірювання та вимірювальні прилади (2 години)

Еталони, міри і вимірювальні прилади. Методи електричних вимірювань.

Похибки вимірювань. Класифікація електровимірювальних приладів. Будова і основні деталі електровимірювальних приладів.

Прилади магнітоелектричної системи. Прилади електромагнітної системи. Прилади електродинамічної системи. Прилади феродинамічної системи. Прилади індукційної системи. Прилади електростатичної системи.

Вимірювання струму і напруги. Вимірювання опору. Вимірювання опору заземлення. Вимірювання потужності та облік електроенергії.

Реєструючі прилади. Електронні осцилографи. Цифрові вимірювальні прилади. Електричні вимірювання неелектричних величин.

Тема 7. Електричні апарати керування та захисту (2 години) Класифікація електричних апаратів. Апарати ручного керування:

рубильники, перемикачі, пакетні вимикачі. Резистори і реостати. Контактори. Призначення, будова і принцип роботи електромагнітних пускачів та реле. Найпростіші схеми вмикання електромагнітних пускачів. Схеми релейно-контакторного керування електродвигунами. Автоматичні вимикачі. Пристрої захисту електроустановок та електромереж від аварійних режимів – запобіжники, електротеплові реле. Пристрої вбудованого температурного захисту.

Тема 8. Основи електроніки (1 година)

Напівпровідникові прилади: діоди, транзистори, тиристори. Основні характеристики та параметри. Випрямлячі автомобільних генераторних агрегатів. Підсилювачі. Основні параметри підсилювача. Електронні реле-регулятори та комутатори систем запалювання двигунів внутрішнього згоряння.

4. Самостійна робота

**студентів Електропостачання переробних
підприємств**

Джерела електроенергії: атомні ЕС, теплові ЕС, гідроелектростанції. Резервні джерела електроенергії. Якість електроенергії. Надійність електропостачання.

Енергетичні системи. Електричні мережі. Споживчі трансформаторні підстанції. Резервні дизельні електростанції. Розподільчі пристрої і внутрішні електропроводки. Компенсація реактивної потужності.

Користування електричною енергією. Енергозбереження та використання нетрадиційних і поновлюваних джерел енергії.

Застосування електричної енергії

Типи електроприводів. Механічні характеристики робочих машин і електродвигунів. Вибір електродвигунів електроприводу. Навантажувальні діаграми. Теплові режими електродвигуна: класи нагрівостійкості ізоляції. Схеми керування електроприводами.

Електричне освітлення та опромінення. Електронагрів. Технологія надвисоких частот (НВЧ) в деревообробці. Дугове зварювання.

Магнітні кола

Основні поняття та визначення. Індукційна дія магнітного поля. Магнітні кола та їх класифікація. Магнітні кола з постійними намагнічувальними силами. Магнітні кола із змінними намагнічувальними силами.

Властивості ферромагнітних матеріалів. Закони магнітного кола. Енергія та силова дія магнітного поля. Котушка з осердям та без нього в колі змінного струму.

Основи електробезпеки

Дія електричного струму на організм людини. Перша допомога при враженні електричним струмом. Захист від враження електричним струмом: захисне заземлення і занулення, захисне вимикання та вирівнювання електричних потенціалів. Вимірювання опору заземлюючих пристроїв. Захист від атмосферних перенапруг. Електрозахисні засоби.

Експлуатація електрообладнання

Основні напрямки ефективної виробничої експлуатації різноманітних видів енергетичного обладнання. Проведення технічного обслуговування і ремонту енергетичного обладнання за конкретними видами. Розрахунок чисельності персоналу енергетичної служби.

Енергозбереження. Енергетичний аудит та енергетичний менеджмент.

5. Тематика лабораторних робіт

Модуль 1

1. Дослідження електричного кола постійного струму з послідовним з'єднанням струмоприймачів.
2. Дослідження кола однофазного синусоїдного струму з послідовним з'єднанням резистора, котушки індуктивності та конденсатора.
3. Дослідження кола однофазного синусоїдного струму з паралельним з'єднанням котушки індуктивності та конденсатора.
4. Дослідження трифазного кола при з'єднанні струмоприймачів зіркою.

Модуль 2

5. Випробування трифазного трансформатора.
6. Дослідження однофазного лічильника активної енергії.

7. Дослідження характеристик трифазного асинхронного електродвигуна з короткозамкненим ротором.
8. Вивчення способів вимірювання електричних величин та електровимірювальних приладів.

6. Методи навчання

Під час вивчення дисципліни мають застосовуватися методи пізнання: аналітичний, синтетичний, індуктивний, дедуктивний, а також методи самостійної розумової діяльності: проблемний, частково-пошуковий, дослідницький.

7. Форми контролю

Поточний контроль знань після вивчення 1^{-го}, 2^{-го} і 3^{-го} змістових модулів дисципліни передбачено здійснювати шляхом написання студентами реферату, а формою підсумкового контролю є залік.

8. Розподіл балів, які отримують студенти

Поточний контроль				Рейтинг з навчальної роботи $R_{НР}$	Рейтинг з додаткової роботи $R_{ДР}$	Рейтинг штрафний $R_{ШТР}$	Підсумкова атестація (екзамен чи залік)	Загальна кількість балів
Змістовий модуль 1	Змістовий модуль 2	Змістовий модуль 3	Змістовий модуль 4					
0-100	0-100	0-100	0-100	0-70	0-20	0-5	0-30	0-100

Примітки. 1. Відповідно до «Положення про кредитно-модульну систему навчання в НУБіП України», затвердженого ректором університету 03.04.2009 р., рейтинг студента з навчальної роботи $R_{НР}$ стосовно вивчення певної дисципліни визначається за формулою

$$R_{НР} = \frac{0,7 \cdot (R^{(1)}_{ЗМ} \cdot K^{(1)}_{ЗМ} + \dots + R^{(n)}_{ЗМ} \cdot K^{(n)}_{ЗМ})}{K_{ДИС}} + R_{ДР} - R_{ШТР},$$

де $R^{(1)}_{ЗМ} \dots R^{(n)}_{ЗМ}$ – рейтингові оцінки змістових модулів за 100-бальною шкалою;

n – кількість змістових модулів;

$K^{(1)}_{ЗМ} \dots K^{(n)}_{ЗМ}$ – кількість кредитів ECTS, передбачених робочим навчальним планом для відповідного змістового модуля;

$K_{ДИС} = K^{(1)}_{ЗМ} + \dots + K^{(n)}_{ЗМ}$ – кількість кредитів ECTS, передбачених робочим навчальним планом для дисципліни у поточному семестрі;

$R_{ДР}$ – рейтинг з додаткової роботи;

$R_{ШТР}$ – рейтинг штрафний.

Наведену формулу можна спростити, якщо прийняти $K^{(1)} = \dots = K^{(n)}$. Тоді вона буде мати вигляд

$$R_{\text{НР}} = 0,7 \cdot (R^{(1)} + \dots + R^{(n)}) + R_{\text{ДР}} - R_{\text{ШТР}}$$

Рейтинг з додаткової роботи $R_{\text{ДР}}$ додається до $R_{\text{НР}}$ і не може перевищувати 20 балів. Він визначається лектором і надається студентам рішенням кафедри за виконання робіт, які не передбачені навчальним планом, але сприяють підвищенню рівня знань студентів з дисципліни.

Рейтинг штрафний $R_{\text{ШТР}}$ не перевищує 5 балів і віднімається від $R_{\text{НР}}$. Він визначається лектором і вводить рішенням кафедри для студентів, які матеріал змістового модуля засвоїли невчасно, не дотримувалися графіка роботи, пропускали заняття тощо.

2. Згідно із зазначеним Положенням **підготовка і захист курсового проекту (роботи)** оцінюється за 100 бальною шкалою і далі переводиться в оцінки за національною шкалою та шкалою ECTS.

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90 – 100	A	відмінно	зараховано
82-89	B	добре	
74-81	C		
64-73	D	задовільно	
60-63	E		
35-59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
0-34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

9. Методичне забезпечення

Підручники і навчальні посібники

1. Касаткин А.С., Немцов М.В. Электротехника. - М.: Энергоатомиздат,

1993. - 440 с.
2. Трегуб А.П. Электротехника .- К.: Вища школа, 1987. - 599 с.
 3. Общая электротехника / Под. ред. А.Т.Блажкина. - Л.: Энергоатомиздат, 1986. - 591 с.
 4. Мурзін В.К. Загальна електротехніка. – Полтава: Кременчук, 2001. – 323 с.
 5. Підручник сільського електрика / Л.Г. Прищеп. – К.: Вища школа. Головне видавництво, 1986. - 463 с.
 6. Паначевний Б.І. Свергун Ю.Ф. Загальна електротехніка: теорія та практикум. – К.: Каравела, 2000. - 440 с.
 7. Электронагревательные установки в сельскохозяйственном производстве. Под. ред. к.т.н. В.Н. Расстричина. - М.: Агропромиздат, 1985, 304 стр.

Директивні та нормативні матеріали

1. ДСТУ2843-94. Електротехніка. Основні поняття. Терміни та визначення.
2. ДСТУ 2267-93. Вироби електротехнічні. Терміни та визначення.
3. СТ СЭВ 527-77. ЕСКД СЭВ. Схемы электрические. Классификация. Термины и определения.
4. ГОСТ 12.2.007.0-75. ССБТ. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности.
5. ГОСТ. 2.723-68. ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах.

Додаткова література

1. Родштейн Л.А. Электрические аппараты: Учебник для техникумов. - 4-е изд. перераб. и доп. - Л.: Энергоатомиздат, 1989. - 304 с.
2. Электротехника / А.Я. Шихин, Н.М. Белоусова, Ю.П. Пухляков и др.; Под ред А.Я. Шихина - М.: Высшая школа, 1991. - 336 с.
3. Иванов А.А. Справочник по электротехнике. – К.: Высшая школа. – 1984. – 304 с.
4. Механізація та автоматизація у тваринництві та птахівництві / О.С. Марченко, О.В. Дацишин, Ю.М. Лавриненко та ін.; За ред. О.С. Марченка. – К.: Урожай, 1995. – 416 с.
5. Єрмолаєв С.О., Яковлев В.Ф. Експлуатація і ремонт електрообладнання та засобів автоматизації / За ред. С.О. Єрмолаєва. – К.: Урожай, 1996. – 336 с.
6. Коханівський С.П., Наливайко В.А. Технічне обслуговування та ремонт силового електрообладнання. - К.: Урожай, 1990. - 112 с.
7. Електротехніка. (Частина I). Методичні вказівки що виконання лабораторних робіт для студентів спеціальності 7.090215 - “Машини і обладнання сільськогосподарського виробництва” / М.Т. Лут, І.П. Радько, С.П. Коханівський, В.А. Наливайко, А.М. Мрачковський. – К.: НАУ, 2004. -

102 с.

8. Електротехніка. (Частина II). Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт для студентів факультету спеціальності 7.091901-“МСГ” / С.П. Коханівський, І.П. Радько, В.А. Наливайко. – К.: НАУ, 1998. - 41 с.

9. Електричні апарати. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт для студентів спеціальності 7.091902 “ЕАСГ” / С.П. Коханівський, М.Т. Лут, В.А. Наливайко, І.П. Радько. – К.: НАУ, 1998. - 62 с.

10. Експлуатація енергетичного обладнання сільськогосподарських підприємств. Методичні вказівки щодо виконання лабораторних робіт з дисципліни “Експлуатація енергетичного обладнання с.г. підприємств” для студентів зі спеціальності 7.091901 – “Енергетика сільськогосподарського виробництва” / Лут М.Т., Наливайко В.А. - К.: НАУ, 2001. - 96 с.

11. Охорона праці в галузі (Електробезпека). Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни для студентів зі спеціальності 7.091901 “Енергетика сільськогосподарського виробництва” / Тракай В.Г., Лут М.Т., Солоний В.І. – К.: НАУ, 2000. – 90 с.

Інтернет-ресурси

1. http://electrochka70.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=12&Itemid=53
2. <http://www.hardholod.ru/ehlementy-oborudovaniya/apparaty-zashhity-i-upravleniya/>
3. <http://www.electromonter.info/site/621-31/S22>
4. <http://www.docload.ru/Basesdoc/9/9327/index.htm>
5. <http://ukrniive.com.ua/ru/research/lowvoltage/>
6. <http://www.rumontazh.ru/paragraph/et/6889-vybor-apparatov-upravleniya-i-zashhity.html>
7. <http://stroy-technics.ru/article/puskoreguliruyushchie-ustroistva-apparaty-upravleniya-i-zashchity>
8. <http://azd.ami.ua/>
9. <http://chemik.dp.ua/index.php/products/7-switches?showall=&start=1>
10. <http://www.vecon.ru/prompub/289/0/>

Укладач програми: ктн. _____ **О.В. Санченко**