



МИКОЛАЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІНЖЕНЕРНО ЕНЕРГЕТИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ  
КАФЕДРА ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКИ, ЕЛЕКТРОТЕХНІКИ ТА ЕЛЕКТРОМЕХАНІКИ

«ЗАТВЕРДЖУЮ»  
Перший проректор  
Д.В. Бабенко  
2021 р.  
Гарант освітньої програми  
О.С. Садовий  
2021 р.

**СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**  
**«Електричні апарати»**

Галузь знань	14 «Електрична інженерія»
Спеціальність	141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»
Освітньо-професійна програма	«Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»
Освітній ступінь	перший (бакалаврський) рівень
Семестр	6 семестр
Форма здобуття освіти	денна форма
Викладач	Вахоніна Лариса Володимирівна, канд. тех. наук, ст. викл. e-mail – vakhonina-l@ukr.net

Розглянуто на засіданні вченої ради інженерно-енергетичного факультету (протокол № 8 від «10» червня 2021 року).

Голова вченої ради, кан. пед. наук, доцент

К.М. Горбунова

Схвалено науково-методичною комісією інженерно-енергетичного факультету (протокол № 10 від «8» червня 2021 року).

Голова науково-методичної комісії, канд. тех. наук, доцент

О.А. Горбенко

Розглянуто на засіданні кафедри електроенергетики, електротехніки та електромеханіки (протокол № 18 від «01» червня 2021 року).

Зав. кафедри, д-р. техн. наук.

А.А. Ставинський

Миколаїв  
2021

## **1. Призначення навчальної дисципліни «Електричні апарати»**

Інтенсифікація технологічного розвитку аграрного виробництва потребує підготовки висококваліфікованих фахівців, які здатні вмiло використовувати електричну енергію, у тому числі і енергію оптичного випромiнювання. Дисциплiна " Електричні апарати " призначена для пiготовки спеціалiстів, здатних виконувати завдання з проектування, монтажу і експлуатації установок електричного освітлення та опромiнення в сiльськогосподарському виробництві. Програмою дисциплiни передбачено вивчення фізичних основ оптичного випромiнювання, будови і принципу дії електричних джерел оптичного випромiнювання, установок електричного освітлення і опромiнювання, пускорегулювальних апаратів, методик розрахунку установок освітлення і опромiнювання, а також їх експлуатації.

Дисциплiна " Електричні апарати " є однією з профiлюючих для здобувачів вищої освіти спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка».

Під час вивчення навчальної дисциплiни «Електричні апарати» застосовуються інноваційні педагогічні технології навчання, які включають системний набір прийомів та засобів з організації освітньої діяльності, охоплюють процес навчання від мети до програмних результатів. У освітньому процесі використовується освітня платформа Moodle, яка дозволяє використовувати дистанційні підходи у опанування навчального матеріалу, технології Jitsi Meet, а також презентаційні матеріали та відео лекції.

Мовна підготовка у викладанні теоретичного та практичного матеріалу відбувається на державній мові, однак впри застосуванні термінів і понять з іноземних джерел інформації, які стосуються тематики даної навчальної дисциплiни, пояснення відбувається на іноземній мові та переводиться на державну.

Методи навчання поділяються на три складові:

- за джерелом знань: виконання індивідуальних завдань, самостійна робота, практичні заняття;
- за характером навчально-пізнавальної діяльності: дискусії, студентські наукові конференції, наукова діяльність (студентські конкурси наукових робіт);
- за дидактичними завданнями: методи організації навчально-пізнавальної діяльності, методи оцінки та перевірки результатів.

## **2. Мета та завдання навчальної дисципліни «Електричні апарати»**

Метою дисциплiни «Електричні апарати» є набуття майбутніми технічними фахівцями-електриками необхідних теоретичних і практичних знань щодо використання оптичного випромiнювання в технологічних процесах сiльськогосподарського виробництва, вмiння творчо вирішувати завдання з питань розрахунку, проектування, вибору та експлуатації електричних апаратів та установок в сiльськогосподарському виробництві з метою його інтенсифікації.

Електричні апарати – профільююча навчальна дисципліна, що відноситься до електротехнічних дисциплін. Дисципліна вивчає характеристики електричних апаратів існуючих конструкцій для доцільного вибору для використання у системах електрообладнання та основи проектування з елементами вдосконалення нових апаратів керування та захисту на основі відомих.

Задачею вивчення дисципліни " Електричні апарати " є набуття майбутніми інженерами-енергетиками необхідних теоретичних і практичних знань з електричних апаратів для обґрунтованого вирішення завдання раціонального вибору електричних апаратів керування та захисту електрообладнання у процесі його експлуатації.

Знання електричних апаратів є важливою основою для подальшого розуміння і засвоєння спеціальних дисциплін енергетики і електромеханіки.

### 3. Програмні компетентності «Електричні апарати»

Компетентності здобувачів обумовлені освітньою програмою «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» й передбачають отримання відповідних результатів навчання, використання методів й форм оцінювання. Програмні компетентності включають інтегральні компетентності, загальні компетентності, фахові компетентності. Програмні компетентності передбачають отримання здатності розв'язувати складні завдання і проблеми у сфері професійної діяльності. Загальні компетенції передбачають здатність розробляти схеми, розраховувати мережі енергопостачання, розробляти системи обліку та регулювання витратами енергоресурсів в агропромисловому комплексі. Здобувачі вищої освіти повинні проводити аналіз та самостійно визначатись щодо цілей та задач особистої діяльності.

Таблиця 1 Компетентності здобувачів вищої освіти

Компетентності	Змістовність
Інтегральні	Здатність розв'язувати складні завдання і проблеми у сфері професійної діяльності з електричної інженерії, а також у процесі досліджень та/або здійснення інновацій, що характеризується невизначеністю умов і вимог агропромислового виробництва
Загальні	ЗК 1. Самостійно визначатись щодо цілей та задач особистої діяльності.
	ЗК 2. Організувати особисту діяльність як складову колективної діяльності.
	ЗК 3. Усвідомлювати необхідність постійної освіти та підвищення професійного рівня як основну вимогу суспільства, виробництва та ринку праці
	ЗК 5. Оцінювати соціальну значимість пропозицій щодо вдосконалення організації і технології виробництва, впровадження нової техніки.
	ЗК 6. Аналізувати соціально важливі процеси, циві-

	лізовано вирішувати соціальні, виробничі, побутові проблеми, суперечки, протиріччя.
	ЗК7. Усвідомлювати взаємозалежність стану зовнішнього середовища і технологічної діяльності, враховувати її під час організації особистої та суспільної діяльності.
	ЗК8. Займати активну громадянську позицію.
	ЗК 11. Усвідомлювати роль і значення здорового способу життя для ефективної особистої та суспільної діяльності.

#### **4. Програмні результати «Електричні апарати»**

Основні завдання вивчення навчальної дисципліни полягають у вивченні: фізичних основ електричних апаратів, будови і принципу дії електричних апаратів, установок, методик розрахунку установок електричних апаратів і придбання практичних навичок їх вибору, установки, підготовки до роботи, регулювання і усунення неполадок. Здобувачі вищої освіти повинні навчитися: правильно вибирати і розраховувати електричні апарати, використовувати найбільш раціональні типи джерел живлення, кваліфіковано виконувати електромонтажні роботи, визначати і усувати несправності.

#### **5. Опис дисципліни «Електричні апарати»**

Галузь знань 14 «Електрична інженерія»

Спеціальність 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

Освітній ступінь «Бакалавр»

Кваліфікація: бакалавр з електроенергетики, електротехніки та електромеханіки

Семестр III

Кількість кредитів ECTS 5,0

Кількість змістових модулів 2

Загальна кількість годин 150

Види навчальної діяльності та види навчальних занять, обсяг годин та кредитів:

Лекції 30/1кредитів ECTS

Практичні заняття 30/1кредитів ECTS

Самостійна робота 90/3 кредити ECTS

Форма підсумкова контрольного заходу- екзамен.

Ключові слова: контакт, перехідний опір, рідинне охолодження, температура, поляризовані, магнітоелектричні, електродинамічні й індукційні системи

Keywords: contact, transient resistance, liquid cooling, temperature, polarized, magnetoelectric, electrodynamic and induction systems.

Календарний план з навчальної дисципліни  
Таблиця 3 Теми, розподіл навчального часу, терміни виконання завдань

Змістовні модулі курсу			Теми	Розподіл навчального часу			Термін виконання, тижень	Терміни контролю заходу
Найменування	Обсяг, кредити	Сума балів		лекції	практичні	самостійна робота		
Змістовий модуль 1. Основи теорії електричних апаратів	0,7 5	4,5- 7,5	Тема 1. Загальні положення, магнітні ланцюги, електромагніти, поляризовані механізми, електродинамічні сили	4	4	12	1-2	
	0,7 5	4,5- 7,5	Тема 2. Електричні контактні з'єднання, електрична дуга, теплові розрахунки	4	4	12	3-4	
	0,7 5	4,5- 7,5	Тема 3. Електрична дуга	4	4	12	5-6	
Змістовий модуль 2 Апарати керування і захисту	0,7 5	4,5- 7,5	Тема 4. Електромагнітні механізми апаратів	4	4	12	7-8	Проміжний контроль по завершенню модулю
	0,6 6	6-10	Тема 5. Комутаційна та захисна апаратура	4	4	12	9-10	
	0,6 6	6-10	Тема 6. Апаратура управління електроприводами.	6	6	15	11-13	

	0,6 8	6-10	Тема 7. Безконтактні електричні апарати	6	6	15	14-15	Проміжний контроль по завершенню модулю
<b>Всього</b>	<b>5,0</b>	<b>36-60</b>	<b>Всього годин по навчальній дисципліні</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>90</b>		

### 6. Порядок та критерії оцінювання «Електричні апарати»

Вивчення навчальної дисципліни включає: лекційні заняття, практичні заняття, консультації з навчальної дисципліни, самостійну роботу здобувача.

Самостійна робота здобувача включає: опанування навчального матеріалу, проведення наукових досліджень, підготовку наукових публікацій, матеріалів доповідей на студентські науково-теоретичні конференції які проводять на базі університету:

- Міжнародної науково-практичної конференції молодих учених, аспірантів і студентів «Перспективна техніка і технології»;
- Студентська науково-теоретична конференція «Участь молоді у розбудові агропромислового комплексу країни»;

Таблиця 4 Оцінка за змістовні модулі, теми за видами виконання завдань

№	Змістові модулі	Кількість заходів	Оцінка в балах		Сума балів	
			min	max	min	max
	Змістовий модуль 1.	x	x	x	x	x
1.	Виконання практичних робіт, аналітична оцінка	5	3	4	15	20
2.	Проміжний контроль по завершенню модулю	1	2	6	2	6
3.	Самостійна робота, тези, доповіді на студентських конференціях.	1	1	4	1	4
	Разом за змістовним модулем 1	x	x	x	18	30
	Змістовий модуль 2.	x	x	x	x	x
1.	Виконання практичних робіт, аналітична оцінка	5	3	4	15	20
2.	Проміжний контроль по завершенню модулю	1	2	6	2	6
3.	Самостійна робота, тези,	1	1	4	1	4

доповіді на студентських конференціях.					
Разом за змістовним модулем 2	x	x	x	18	30
<b>Разом за семестр</b>				<b>36</b>	<b>60</b>
<b>Екзаменаційна робота</b>				<b>24</b>	<b>40</b>

Здобувачі, що набрали менше 36 балів за поточний контроль до екзаменаційної сесії не допускаються. До складання іспиту з дисципліни «Електроосвітлення» такі здобувачі можуть бути допущені тільки після того, як наберуть необхідну кількість балів і виконають усі передбачені програмою завдання.

Таблиця 5. Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти, та шкала оцінювання - іспит

Сума балів за всі види освітньої діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою
90 - 100	A	5 (відмінно)
82 - 89	B	4 (добре)
75 - 81	C	4(добре)
64 - 74	D	3 (задовільно)
60 - 63	E	3 (задовільно)
35 - 59	FX*	не зараховано з можливістю повторного складання 2 (незадовільно)*
0 - 34	F*	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни 2 (незадовільно)*

\*Оцінки FX та F у залікову книжку здобувача вищої освіти не виставляється відповідно до Положення про організацію освітнього процесу у МНАУ.

## 7. Питання для підсумкового контролю знань здобувачів вищої освіти

1. Класифікація електричних апаратів.
2. Загальні вимоги до електричних апаратів.
3. Виникнення електродинамічних сил. Основні поняття.
4. Методи розрахунку електродинамічних сил.
5. Електродинамічні сили між паралельними провідниками.
6. Електродинамічні сили між взаємно перпендикулярними провідниками.
7. Електродинамічні сили в провідниках змінного перетину.
8. Сили взаємодії між провідником із струмом і феромагнітною масою.
9. Фізичні явища в електричному контакті.
10. Перехідний опір контактів. Залежність перехідного опору від контактного натискання й температури.
11. Залежність перехідного опору від стану контактної поверхні, властивостей матеріалу контакту й умовної ділянки контактування.
12. Температура ділянки контактування.
13. Параметри контактних конструкцій. Зазор, провал, контактний натиск.
14. Процес розмикання контактів. Знос контактів при розмиканні.

15. Процес замикання контактів. Знос контактів при замиканні.
16. Матеріали для контактних з'єднань.
17. Умови гасіння дуги постійного струму.
18. Втрати в деталях електричних апаратів. Втрати в провідниках. Поверхневий ефект. Ефект близькості.
19. Втрати в деталях із магнітних матеріалів.
20. Віддача теплоти нагрітим тілом.
21. Теплопровідність. Конвекція. Теплове випромінювання.
22. Теплопередача в усталеному режимі.
23. Нагрів і охолодження однорідного провідника в часі при довгочасовому режимі роботи.
24. Нагрів і охолодження провідника при короткочасовім і повторнокороткочасовім режимі роботи.
25. Нагрів однорідного провідника при короткому замиканні.
26. Нагрів однорідного провідника змінного перетину.
27. Допустима температура нагріву частин апарату. Термічна стійкість.
28. Магнітні пускачі і схеми їх включення
29. Поняття реле. Їх класифікація.
30. Електромагнітні реле.
31. Реле максимального струму РТ-40.
32. Реле часу постійного струму з електромагнітним сповільненням і демпфуючою короткозамкненою обмоткою.
33. Реле часу з пневматичним уповільнювачем.
34. Моторне реле часу.
35. Котушки електромагнітів.
36. Електромагнітні механізми апаратів. Основні поняття.
37. Енергія магнітного поля й індуктивність системи.
38. Робота, що проводитьсяся якорем електромагніту при переміщенні .
39. Обчислення сил електромагніта.
40. Електромагніти змінного струму. Короткозамкнений виток.
41. Статичні тягові характеристики електромагнітів і механічні характеристики апаратів.
42. Сповільнення й прискорення дії електромагніта.
43. Гальмівні пристрої.
44. Поляризовані електромагнітні системи. Принцип дії. Розрахунок тягових сил.
45. Форми поляризованих магнітних систем. Область застосування.
46. Вимикачі автоматичні.
47. Вимикачі неавтоматичні.
48. Вимикачі і перемикачі пакетні.
49. Запобіжники плавкі.
50. Резистори, реостати.
51. Гасіння дуги в повздовжніх щілинах.
52. Рух відкритої дуги. Широка та вузька щілина.
53. Полум'я дуги й боротьба з ним.



54. Газодинамічні явища в закритих дугогасильних камерах.
55. Гасіння електричної дуги високим тиском.
56. Гасіння електричної дуги в маслі.
57. Гасіння електричної дуги повітряним дуттям.
58. Гасіння електричної дуги в елегазі.
59. Гасіння електричної дуги у вакуумі.
60. Високовольтні масляні вимикачі. Принцип дії, характеристики.
61. Вимикачі високовольтні повітряні. Принцип дії, характеристики.

## **7. Політика курсу «Електричні апарати»**

Політика навчальної дисципліни ґрунтується на засадах академічної доброчесності та визначається системою вимог, які викладач пред'являє до студента при вивченні дисципліни (правила поведінки на заняттях, пропуски, користування мобільним телефоном, прездачі і таке інше).

Політику навчальної дисципліни будується з урахуванням:

1. Норм законодавства України щодо академічної доброчесності, Ст. 42 ЗУ Про освіту від 05.09.2017 № 2145-VIII;
2. Статуту Миколаївського національного аграрного університету МОН України; Наказ від 21.12.2016 № 1581.
3. Положень та інших нормативних документів Миколаївського національного аграрного університету:
  - Кодекс академічної доброчесності у Миколаївському національному аграрному університеті;
  - Програма реалізації стратегії розвитку Миколаївського національного аграрного університету на період 2016-2023 рр.;
  - Настанова з якості;
  - Положення про раду з якості;
  - Положення «Про Раду здобувачів вищої освіти з якості освіти»;
  - Положення «Про опитування учасників освітнього процесу та зацікавлених осіб у Миколаївському національному аграрному університеті»;
  - Положення про вдосконалення організації самостійної роботи студентів в Миколаївському національному аграрному університеті;
  - Положення про апеляційні комісії.

За порушення академічної доброчесності здобувачі вищої освіти можуть бути притягнені до академічної відповідальності відповідно до ст. 42 Академічна доброчесність ЗУ Про освіту від 05.09.2017 № 2145-VIII;

## **8. Інформаційні джерела «Електричні апарати»**

1. Міліх В.І. Електротехніка та електромеханіка: Навч. посібник. – К.: Каравела, 2006. – 376 с.

2. Клименко Б.В. Електричні та магнітні пристрої, електричні аксесуари, електричні установки. Терміни, тлумачення, коментарі. – Навчальний посібник. – Х.: Вид-во «Точка», 2009. – 272 с.

3. Клименко Б.В. Електричні апарати електромеханічна апаратура комутації, керування та захисту загальний курс навчальний посібник, 2012

4. Электрические и электронные аппараты: Учебник в 2 т. Т.1. Электромеханические аппараты / Под ред. А.Г. Годжелло, Ю.К. Розанова. – М.: Издательский центр «Академия», 2010. – 352 с.

5. Правила улаштування електроустановок. 2-ге вид., перероб. і доп. – Харків: Вид-во «Форт», 2009. – 736 с.

6. Є. П. Тимофєєв, О. М. Ляшенко ЕЛЕКТРИЧНІ АПАРАТИ Конспект лекцій- 2009.

### **Додаткова**

1. IEC 60282-1: Ed. 7.0, 2009-10. High-voltage fuses – Part 1: Current-limiting fuses. – 120 p.

2. IEC 60320-1: Ed. 2.1, 2007-11. Appliance couplers for household and similar general purposes – Part 1: General requirements. – 225 p.

3. Алиев И.И., Абрамов М.Б. Справочник. Электрические аппараты. – М.: РадиоСофт., 2003. – 251 с.

## **9. Інтеграція здобувачів вищої освіти з особливими освітніми потребами. Інклюзивна освіта.**

Інклюзивна освіта є системою освітніх послуг, що ґрунтується на принципі забезпечення основного права кожного на освіту, права здобувати її за місцем проживання, що передбачає навчання особистості з особливими освітніми потребами. Інклюзивний підхід – створення таких умов, за яких усі учасники освітнього процесу мають однаковий доступ до освіти, у тому числі здобувачі з особливими освітніми потребами. Одним із головних завдань інклюзії є відгук на широкий спектр освітніх потреб в освітньому середовищі та поза його межами. В основу інклюзивної освіти покладено ідеологію, яка виключає будь-яку дискримінацію, забезпечує однакове ставлення до усіх людей, створює спеціальні умови для осіб з особливими потребами.

Основний принцип інклюзивної освіти полягає у тому, що: усі здобувачі навчаються разом в усіх випадках, коли це виявляється можливим, не зважаючи на певні труднощі чи відмінності, що існують між ними; визнаються і враховуються різноманітні потреби здобувачів шляхом узгодження різних видів і темпів навчання; забезпечується якість освіти для усіх здобувачів вищої освіти через розробку відповідних навчальних планів, прийняття організаційних заходів, розробку стратегії викладання, використання відповідних інформаційно-комунікаційних ресурсів.

Особи з особливими освітніми потребами отримують додаткову допомогу, яка може знадобитися їм з метою забезпечення успішності освітнього процесу та отримання програмних результатів навчання.

Гарантується солідарність, співучасть, взаємоповага, розуміння між усіма учасниками освітнього процесу незалежно від їхніх особливих потреб. Можливості інклюзивної освіти можуть бути реалізовані кожним учасником освітнього процесу.

В Миколаївському національному університеті вхід облаштований кнопкою виклику чергового. Є відповідальні особи, які організують освітній процес (декан, заступники декана, куратор).

Можливість дистанційного (або очно-дистанційного) навчання через:

- систему Moodle (<https://moodle.mnau.edu.ua>) – лекційний матеріал, практичні завдання, напрями наукової та творчої роботи, завдання на самостійне опрацювання);

- платформу онлайн-занять Zoom – для проведення індивідуальних практичних занять, консультацій тощо;

- електронний репозитарій МНАУ – для використання інформаційних матеріалів (<http://dspace.mnau.edu.ua>);

- аудіо- та відеоповідомлення з лекційним матеріалом, поясненням особливостей завдань та напрямками їх виконання тощо;

- спілкування через електронну пошту ([sadovuyos@mnau.edu.ua](mailto:sadovuyos@mnau.edu.ua)) чи телефоний зв'язок.

- залучення до освітньо-наукових заходів в онлайн-режимі;

- індивідуальний підхід до викладення матеріалу навчальної дисципліни;

- можливість залучення до освітнього процесу куратора академічної групи та людини, яка знаходиться поряд з здобувачем вищої освіти з особливими освітніми потребами (батьки, сестра, брат та інших).

## **10. Доступ до матеріалів «Електричні апарати»**

Матеріали з навчальної дисципліни узагальнено у освітній платформі Moodle за посиланням — <https://moodle.mnau.edu.ua/course/view.php?id=883>

Бібліотека Миколаївського національного аграрного університету за посиланням — <https://lib.mnau.edu.ua/>.

Репозитарій Миколаївського національного аграрного університету за посиланням — <https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/>

Офіційні сайти МНАУ — <https://www.mnau.edu.ua/>

Силабус з навчальної дисципліни  
розроблено:

канд. фіз.-мат. наук, доцент

Л.В. Вахоніна