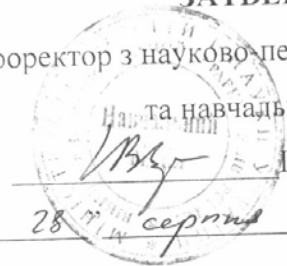


Міністерство освіти і науки України  
ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Проректор з науково-педагогічної  
та навчальної роботи



І.В. Гунько

“ 28 <sup>7</sup> <sub>14</sub> <sup>серпня</sup> 2019 року

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**  
**АПАРАТИ КЕРУВАННЯ І ЗАХИСТУ**

для студентів

Галузь знань	14 – Електрична інженерія
Спеціальності	141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
Освітнього рівня	перший (бакалаврський)

Вінниця 2019 р.

Робоча програма навчальної дисципліни «Апарати керування і захисту» для підготовки студентів спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» – Вінниця: ВНАУ, 2019 р. – 13 с.

Розробник: к. т. н., доцент Ярошенко Л.В.

Викладачі: к. т. н., доцент кафедри електроенергетики електротехніки та електромеханіки Ярошенко Л. В., асистент кафедри електроенергетики електротехніки та електромеханіки Бурлака С. А.

Робочу програму розглянуто та затверджено на засіданні кафедри електроенергетики електротехніки та електромеханіки

Протокол № 1 від «20» серпня 2019 року

Завідувач кафедри, д. т. н., професор \_\_\_\_\_ В. А. Матвійчук  
(підпис)

Робочу програму розглянуто та затверджено на засіданні навчально-методичної комісії інженерно-технологічного факультету

Протокол № 1 від «22» серпня 2019 року

Голова навчально-методичної комісії факультету \_\_\_\_\_ Л.В. Ярошенко  
(підпис)

Робочу програму розглянуто та затверджено на засіданні науково-методичної комісії університету

Протокол № 1 від «23» серпня 2019 року

**1. Опис навчальної дисципліни**

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, спеціальність, освітньо-кваліфікаційний рівень, освітній ступінь	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 4	Галузь знань 14 «Електрична інженерія»	Нормативна	
Змістових блоків – 3	Спеціальність 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка	Рік підготовки (курс):	
Індивідуальне науково-дослідне завдання		2-й	2-й
Загальна кількість годин – 120		Семестр	
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 3 самостійної роботи студента – 5 заочної форми навчання: аудиторних – 8 самостійної роботи студента – 112		Освітній рівень: перший (бакалаврський)	Лекції
	16 год.		4 год.
	Практичні, семінарські		
	30 год.		4 год.
	Лабораторні		
	Самостійна робота		
	76 год.		112 год.
	Індивідуальні завдання: год.		
	Вид контролю: залік		

Примітка.

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить:

для денної форми навчання – 38,5 % ауд./ 61,5 % с.р.с.

для заочної форми навчання – 7 % ауд./ 93 % с.р.с.

## 2. Мета та завдання навчальної дисципліни

*Мета вивчення дисципліни:* забезпечити умови формування і розвитку бакалаврами програмних компетентностей, що дозволять їм оволодіти основними знаннями, вміннями, навичками, необхідними для подальшої професійної та професійно-наукової діяльності.

Основна мета вивчення навчальної дисципліни «Апарати керування і захисту» полягає в набутті студентами знань та вмінь, пов'язаних з апаратами комутації, керування й захисту, їх призначенням та галузями застосування, вимогами до них, умовами роботи, принципом дії та характеристиками основних груп електричних апаратів низької, середньої та високої напруги, а також комплектних пристроїв. Набуття студентами навиків стосовно електричної апаратури з точки зору урахування вимог міжнародних стандартів, зокрема щодо термінології, позначень, маркування тощо, а також здатності передавати інформацію, ідеї, проблеми та рішення щодо електричних апаратів аудиторії, що складається як зі спеціалістів, так і неспеціалістів.

**Завдання** вивчення навчальної дисципліни «Апарати керування і захисту»: вивчення наукових методів вибору апаратури керування та захисту і раціональних форм застосування електричної енергії у технологічних пристроях сільсько-господарського призначення, а також ознайомлення із правилами безпечної експлуатації електрообладнання.

## 3. Програма навчальної дисципліни

### *Змістовий блок 1*

#### *Загальні поняття про електричні релейно-контактні апарати*

Тема 1. *Роль електричних релейно-контактних апаратів у електрифікації народного господарства та тенденції ринку.*

Роль електричних релейно-контактних апаратів у електрифікації народного господарства. Призначення електричних апаратів. Міжнародний електро-технічний словник та інші термінологічні джерела. Аббревіатури та літерні позначення електричних апаратів.

### *Змістовий блок 2*

#### *Функції та основні частини електричних апаратів*

Тема 2. *Функції і класифікація електричних апаратів.*

Функції електричних апаратів. Діапазони напруг електричних апаратів. Класифікація електричних апаратів.

Тема 3. *Головне коло, коло керування, допоміжне коло, полюс та порт.*

Виводи та термінали електричних апаратів. Позначення провідників у трифазних колах. Головне коло, коло керування та допоміжне коло.

Тема 4. *Контакти електричних апаратів.*

Контакти електричних апаратів (головний та допоміжний). Контактний опір електричних контактів. Електродинамічне відкидання контактів. Вимоги до матеріалів стикових контактів комутаційних апаратів. Матеріали з яких виготовляються електричні контакти.

Тема 5. *Дугогасні системи комутаційних апаратів.*

Умови виникнення електричної дуги при спрацюванні контактів та її вплив на контакти. Складові частини електричних дуг між контактами. Правила побудови контактних систем та дугогасних пристроїв, дугогасні роги та решітки. Системи магнітного дугтя. Щілинна дугогасна камера. Гасіння електричної дуги постійного та змінного струму. Принцип гасіння дуги у вакуумі.

Тема 6. *Термінали електричних апаратів.*

Полюс та порт електричних апаратів. Термінали електричних апаратів (нарізні, стовпчикові, ковпачкові, сідлові, пелюсткові, безнарізні, пірсингові, з самонарізними гвинтами).

Тема 7. *Актуатори комутаційних апаратів.*

Актуатори комутаційних апаратів, електромагнітні актуатори. Ефект притягання сталевого якоря до полюсів сталевого осердя. Феромагнітні матеріали. Сили, з якими рухомі частини притягаються до нерухомих частин електромагнітів. Електромагнітні актуатори постійного і змінного струму. Електромагніти постійного струму з форсованим керуванням. Системи форсованого керування електромагнітом з додатковим резистором. Системи форсованого керування електромагнітом з пусковими та утримуючими обмотками. Індукційно-динамічні актуатори. Поляризовані, пружинно-моторні та пневматичні актуатори.

Тема 8. *Узагальнена структура полюсу комутаційного апарата.*

Структурна схема полюсу комутаційного апарата.

### ***Змістовий блок 3***

#### ***Електромеханічні комутаційні апарати низької напруги***

Тема 9. *Запобіжники, роз'єднувачі, вимикачі та їх комбінації.*

Призначення і категорії застосування запобіжників. Характеристика та класи запобіжників. Сучасні запобіжники промислового призначення. Запобіжники з металургійним ефектом. Сучасні запобіжники для побутових та аналогічних електроустановок. Швидкодіючі запобіжники. Роз'єднувачі, вимикачі та комбінації із запобіжниками.

Тема 10. *Відмикачі промислового застосування.*

Промислові відмикачі і категорії їх застосування. Структура відмикача промислового застосування. Розщеплювачі відмикачів. Механізм вільного розчеплення відмикачів. Категорії застосування та основні кількісні характеристики відмикача. Основна захисна характеристика відмикача.

Тема 11. *Відмикачі для побутових та аналогічних електроустановок.*

Відмикачі для побутових та аналогічних електроустановок. Часо-струмові характеристики відмикачів побутового та аналогічного призначення. Узгодження поперечного перетину проводів з номінативним струмом відмикача. Модульні багатополюсні відмикачі та їхні допоміжні контакти.

Тема 12. *Відмикачі, керовані різницеvimи струмами.*

Призначення відмикачів, керованих різницеvim струмом. Різницеvimий струм у дво полюсних апаратах та умови його виникнення. Будова та принцип роботи відмикачів, керованих різницеvimими струмами. Будова та принцип роботи диференційних відмикачів. Основні захисні характеристики відмикача, керованого різницеvimими струмами та правила їх застосування. Вибір пристроїв захисного відключення.

Тема 13. *Контактори та пускачі.*

Будова та принцип роботи електромагнітного контактора. Будова та принцип роботи пневматичного та електропневматичного контактора. Характеристики та категорії застосування контакторів. Магнітні пускачі. Електрична схема приєднання двигуна до нереверсивного магнітного пускача.

Тема 14. *Апарати кіл керування.*

Кнопкові перемикачі та їх різновиди. Джойстики, педальні, поворотні та позиційні перемикачі. Програмовані перемикачі. Контактні блоки. Категорії застосування апаратів кіл керування.

Тема 15. *Електромагнітні та теплові реле.*

Електричні реле. Електромеханічні реле. Електромагнітні реле. Схеми з електромагнітними реле та діаграми його роботи. Поляризовані реле. Моностабільні та бістабільні реле.

Тема 16. *З'єднувачі та з'єднувальні пристрої.*

Промислові з'єднувачі. З'єднувальні клемні колодки. Вимикачі для застосування в стаціонарних електропроводках. Вимикачі (перемикачі) для електронних приладів. З'єднувачі для застосування в стаціонарних електропроводках. З'єднувачі для побутових електроприладів.

Тема 17. *Напівпровідникові комутаційні апарати.*

Напівпровідникові комутаційні апарати постійного та змінного струму. Недоліки напівпровідникових комутаційних апаратів. Гібридні комутаційні апарати.

#### **4. Результати навчання за дисципліною**

*Мета вивчення дисципліни:* забезпечити умови формування і розвитку бакалаврами програмних компетентностей, що дозволять їм оволодіти основними знаннями, вміннями, навичками, необхідними для подальшої професійної та професійно-наукової діяльності.

*Фахові компетентності:*

- загально-професійні (КЗП):

1. Базові знання про електричні та магнітні параметри і величини, опір матеріалів; зовнішні й внутрішні сили; розтяг і стиск; механічні характеристики матеріалів; критерії міцності; зсув; кручення; згин.
2. Здатність застосовувати та інтегрувати знання і розуміння основних принципів енергозбереження та ефективності використання ресурсного потенціалу.
3. Здатність ідентифікувати, класифікувати та описувати стан технічного забезпечення і його складових шляхом використання аналітичних методів і методів моделювання.
4. Здатність створювати та описувати електричні схеми та технічні креслення.
5. Здатність аргументувати вибір методів розв'язування спеціалізованих задач, критично оцінювати отримані результати та захищати прийняті рішення.
6. Здатність до міжособистісної взаємодії для досягнення спільної мети; мати навички розроблення і управління проектами.
7. Здатність проведення досліджень на відповідному рівні.
6. Здатність виявляти, аналізувати та вирішувати проблеми у професійній сфері.
9. Здатність застосовувати сучасні техніки, методи та способи організації, планування і проектування.

- спеціалізовано- професійні (КСП):

1. Базові знання наукових понять, теорій та методів, необхідних для розуміння системи електротехнічного забезпечення АПК, складових, що її формують.
2. Знання та розуміння електротехнологій в агровиробництві.
3. Знання основ організації та економіки аграрного виробництва.
4. Здатність використовувати та впроваджувати нові проекти забезпечення в агропромисловому виробництві з метою підвищення їх ефективності.
5. Здатність застосовувати професійно-профільовані знання й практичні навички для розв'язання типових задач спеціальності; здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях;
6. Знання та розуміння електротехнічного забезпечення агровиробництва;
7. Здатність використовувати знання й розуміння для оцінки потенціалу енергетичних аграрних підприємств;
8. Здатність проектувати системи електрозабезпечення агровиробництва.

У результаті вивчення змісту навчальної дисципліни студент повинен:

- знати:

- процеси в електричних апаратах низької напруги, особливості використання комутаційної безконтактної апаратури та апаратури захисту електроустаткування.
- методи і засоби проведення робіт, пов'язаних з апаратами комутації, керування й захисту, їх призначенням та галузями застосування, вимогами до них, умовами роботи, принципом дії та характеристиками основних груп електричних апаратів низької, середньої та високої напруги, а також комплектних пристроїв;
  - уміти:
- підбирати електричні апарати та оцінювати можливість використання електричних апаратів;
- читати електричні принципові схеми, застосовувати комутаційну апаратуру в електроустаткуванні;
- оцінювати можливість застосування безконтактних електричних апаратів.
- застосовувати набуті знання та розуміння для безпечного використання електричної енергії;
- збирати та інтерпретувати необхідні дані і на цій основі аргументи застосування тих чи інших властивостей електричних апаратів, а також тенденцій їх розвитку.

### 5. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових блоків і тем	Кількість годин											
	Денна форма						Заочна форма					
	усього	у тому числі:					усього	у тому числі:				
		л	пр.	лаб.	інд.	с.р.		л	пр.	лаб.	інд.	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<b><i>Змістовий блок 1. Загальні поняття про електричні релейно-контактні апарати</i></b>												
Тема 1. Роль електричних релейно-контактних апаратів у електрифікації народного господарства	6	2				4	4					4
<b><i>Всього за змістовий блок 1</i></b>	6	2				4	4					4
<b><i>Змістовий блок 2. Функції та основні частини електричних апаратів</i></b>												
Тема 2. Загальна будова електричних апаратів	14	2	4			8	16	2	2			12
Тема 3. Контакти та дугогасні системи електричних апаратів	14	2	4			8	10					10



Тема 4. Актуатори комутаційних апаратів	10	2	2			6	14	2	2			10
<b>Всього за змістовий блок 2</b>	38	6	10			22	40	4	4			32
<b>Змістовий блок 3. Електромеханічні комутаційні апарати низької напруги</b>												
Тема 5. Запобіжники, роз'єднувачі, вимикачі та їх комбінації	12	2	2			8	12					12
Тема 6. Відмикачі промислового та побутового застосування	14	2	4			8	12					12
Тема 7. Відмикачі, керовані різницеви-ми струмами	14	2	4			8	14					14
Тема 8. Контактори та пускачі	12	2	2			8	12					12
Тема 9. Апарати кіл керування, електромагнітні та теплові реле	10		4			6	12					12
Тема 10. Напівпровідникові комутаційні апарати	12		4			8	14					14
<b>Всього за змістовий блок 3</b>	74	8	20			46	76					76
<b>Усього годин</b>	120	16	30			74	120	4	4			112

### 6. Темі лекційних занять

№ п/з	Назва теми	Кількість годин
1	Роль електричних релейно-контактних апаратів у електрифікації народного господарства	2
2	Загальна будова електричних апаратів	2
3	Контакти та дугогасні системи електричних апаратів	2
4	Актуатори комутаційних апаратів	2
5	Запобіжники, роз'єднувачі, вимикачі та їх комбінації	2
6	Відмикачі промислового та побутового застосування	2
7	Відмикачі, керовані різницеви-ми струмами	2
8	Контактори та пускачі	2

**7. Теми практичних занять**

№ п/з	Назва теми	Кількість годин
1	Лабораторна робота 1. Електричні релейно-контактні апарати.	4
2	Лабораторна робота 2. Розчеплювачі максимального струму.	4
3	Лабораторна робота 3. Пристрої захисного відключення.	4
4	Лабораторна робота 4. Контактори, їх головні складові. Контактори постійного та змінного струмів	4
ВСЬОГО ЗА БЛОК 1		16
5	Лабораторна робота 5. Логічні елементи системи керування	4
6	Лабораторна робота 6. Індикаційно-інформаційні перетворювачі	4
7	Лабораторна робота 7. Системи перевірки. Графічні позначення	6
ВСЬОГО ЗА БЛОК 2		14
УСЬОГО		30

**8. Самостійна робота**

№ п/з	Назва теми	Кількість годин
1	Електричні апарати. Види електричних апаратів.	6
2	Комутація. Комутаційні апарати.	6
3	Розчеплювачі. Тепловий розчеплювач, його будова та принцип роботи.	6
4	Сфера застосування реле. Електромагнітні реле. Релейна характеристика.	6
5	Призначення та конструкція теплових реле.	6
6	Крокові шукачі.	6
7	Завдання пускорегулювальних електричних апаратів та принципи їх вибору.	6
8	Контактори. Складові частини контакторів. Магнітні пускачі.	4
9	Виводи, термінали, полюси та порти електротехнічних апаратів.	4
10	Апарати кіл керування та захисту електроспоживачів.	4
11	Пристрої захисного відключення та диференційні автоматичні вимикачі.	4
12	Напівпровідникові та гібридні комутаційні апарати.	4
13	Промислові з'єднувачі. З'єднувальні клемні колодки. Вимикачі для застосування в стаціонарних електропроводках.	4
14	Поляризовані реле. Моностабільні та бістабільні реле.	4
15	Кнопкові перемикачі, джойстики, педальні, поворотні та позиційні перемикачі. Програмовані перемикачі.	4
УСЬОГО ЗА КУРС		74

### 9. Індивідуальні завдання

№ з/п	Назва теми
1	Тема 1. Діапазони напруг електричних апаратів. Класифікація електричних апаратів.
2	Тема 2. Виводи та термінали електричних апаратів.
3	Тема 3. Контактний опір електричних контактів. Електродинамічне відкидання контактів.
4	Тема 4. Системи магнітного дуття. Щілинна дугогасна камера. Гасіння електричної дуги постійного та змінного струму.
5	Тема 5. Принцип гасіння дуги у вакуумі.
6	Тема 6. Термінали електричних апаратів (нарізні, стовпчикові, ковпачкові, сідлові, пелюсткові, безнарізні, пірсингові, з самонарізними гвинтами).
7	Тема 7. Феромагнітні матеріали. Сили, з якими рухомі частини притягаються до нерухомих частин електромагнітів.
8	Тема 8. Електромагнітні актуатори постійного і змінного струму.
9	Тема 9. Електромагнітні актуатори постійного і змінного струму.

### 10. Критерії оцінювання результатів навчання

Навчання проводиться у таких формах: бесіда, співбесіда, пояснення, інноваційні методи з використанням мультимедійних презентацій, проблемне викладання, частково-пошуковий, дослідницький методи, дискусії.

#### Розподіл балів, які отримують студенти

поточне тестування та самостійна робота										Наукова робота	Залік	Сума
ЧАСТИНА 1				ЧАСТИНА 2								
Блок 1		Блок 2		Блок 3								
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10			
6	8	8	8	8	8	8	8	4	4	0	30	100
				40								

T1, T2 ... T11 – теми змістових блоків.

#### Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики, диференційний залік	для заліку
90 – 100	<b>A</b>	відмінно	Зараховано
82-89	<b>B</b>	добре	
75-81	<b>C</b>		
66-74	<b>D</b>	Задовільно	
60-65	<b>E</b>		

35-59	<b>FX</b>	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
0-34	<b>F</b>	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

### 11. Форми поточного та підсумкового контролю

Поточний та підсумковий контроль знань студентів проводиться шляхом фронтального, індивідуального чи комбінованого опитування студентів під час захисту лабораторних робіт, тестування, іспитів. На поза аудиторну роботу виноситься вивчення окремих проблем курсу, підготовка до захисту лабораторних робіт, написання контрольних робіт, тестування, іспитів.

Форми поточного та підсумкового контролю: опитування, захист теми, тестування, перевірка конспектів, реферативні описи і повідомлення; атестаційна контрольна робота, залік.

### 12. Методичне забезпечення

***Навчально-методичний комплекс дисципліни, до складу якого входять:***

1. Навчальна програма дисципліни «Апарати керування і захисту».
2. Робоча програма дисципліни «Апарати керування і захисту».
3. Робочий план дисципліни на поточний семестр.
4. Комплект завдань на контрольні роботи.
5. Комплект екзаменаційних білетів.
6. Комплект комплексних залікових тестів.
7. Головатюк М. О, Ярошенко Л. В. Лабораторний практикум з «Апаратів керування і захисту»: Навчальний посібник. – Вінниця: ВНАУ, 2015. – 155 с.

### 13. Рекомендована література

#### **Основна:**

1. Бурштинський М. В. Апарати захисту та керування в електричних установках низької напруги/ М.В. Бурштинський, Л.С. Копчак, М.В. Хай – Львів: Львівська політехніка, 2007. – 112 с.
2. Клименко Б.В. Електричні апарати. Електромеханічна апаратура комутації, керування та захисту. Загальний курс: навчальний посібник. – Харків: Вид-во «Точка», 2012. – 340 с. ISBN 978-617-669-015-3
3. Клименко Б.В. Електричні та магнітні пристрої, електричні аксесуари, електричні установки. Терміни, тлумачення, коментарі. Навчальний посібник. - Харків: Точка, 2009. - 272 с. ISBN 966-866-917-0

4. Загирняк М.В., Кузнецов Н.И. Электрические аппараты. – Учебное пособие. – Кременчуг: КДПУ, 2005. – 320 с.
5. Электрические и электронные аппараты: Учебник для вузов/ Под ред. Ю.К. Розанова. – М.: Информэлектро, 2001. – 420 с.
6. 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.

**Додаткова:**

1. ДСТУ2267-93. Вироби електротехнічні. Терміни та визначення. – 48 с.
2. ДСТУ2815-94. Електричні й магнітні кола та пристрої. Терміни та визначення. – 105 с.
3. ДСТУ2843-94. Електротехніка. Основні поняття. Терміни та визначення. – 68 с.
4. ДСТУ3020-95. Апарати комутаційні низьковольтні(ГОСТ12434-93. Аппараты коммутационные низковольтные). – 36 с.
5. Правила улаштування електроустановок. 2-ге вид., перероб. і доп. – Харків: Вид-во «Форт», 2009. – 736 с.
6. Оцінка ефективності систем діагностичного контролю електротехнічних комплексів/ Кутін В.М., Ілюхін М.О., Кутіна М.В. // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2004. - №3. – с. 51-54.
7. Метод визначення залежності між параметрами структури та діагностичними ознаками складних об'єктів/ Кутін В.М. // Вісник Кременчуцького державного політехнічного університету. – 2006. - № 3 (38), ч. 2. – с. 99-101.
8. Комбінована система керування технічним станом розподільних мереж/ Кутін В.М., Матвієнко С.В., Кутіна М.В. // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2007. - №1. – с. 37-42.

#### **14. Інформаційні ресурси**

1. Національна бібліотека України академіка В.І. Вернадського [сайт].

Режим доступу: <http://nbuv.gov.ua>

2. Тестові завдання (внутрішній сайт ВНАУ)