



Національний університет
водного господарства
та природокористування

Міністерство освіти і науки України

Національний університет водного господарства
та природокористування

Навчально-науковий інститут автоматики, кібернетики та обчислювальної техніки

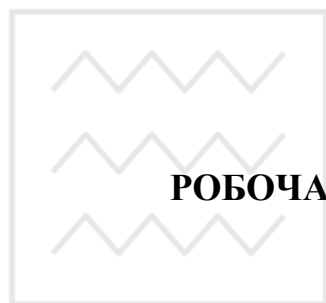
Кафедра автоматизації, електротехнічних та комп'ютерно-інтегрованих технологій

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з науково-педагогічної,
методичної та виховної роботи

_____ О.А. Лагоднюк

„_____” _____ 2018 р.



Національний університет
водного господарства
та природокористування

04-03-81

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Program of the Discipline

Електричні апарати

Electric Devices

Спеціальність
Specialty

141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
141 Electricity, electronics and electrical engineering



Робоча програма «Електричні апарати» для студентів, які навчаються за спеціальністю, 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», - Рівне, НУВГП, 2018. – 11 с.

Розробник: Р.В. Жомирук, к.т.н., доцент кафедри автоматизації, електротехнічних та комп'ютерно-інтегрованих технологій.

Робочу програму схвалено на засіданні кафедри автоматизації, електротехнічних та комп'ютерно-інтегрованих технологій «__» _____ р., протокол № __.

Зав. кафедрою

В.В. Древецький

Схвалено науково-методичною комісією за спеціальністю 141 „Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка”

Протокол № __ від «__» _____ р.

Голова науково-методичної комісії

С.В. Василюк



ВСТУП

Програма вибіркової навчальної дисципліни «Електричні апарати» складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки бакалавра галузі знань «Електрична інженерія».

Предмет вивчення у дисципліні. Електричні апарати, які використовують в системах автоматизації і електричному приводі, явища в апаратах, їх проектування. Електромеханічні явища в апаратах. Електромагніти змінного і постійного струму. Тягова характеристика. Електричні контакти. Електрична дуга і пристрої її гасіння.

Міждисциплінарні зв'язки: дисципліна «Електричні апарати» є вихідною в циклі дисциплін загальної підготовки студентів за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка». Вивчення курсу передуює вивченню наступних дисциплін - «Електропостачання промислових підприємств», «Системи електропостачання», «Електричні силові установки, пристрої та мережі» та ін. Вимагається цілеспрямована робота студентів над вивченням спеціальної літератури, активна робота на лекціях, лабораторних та практичних заняттях в лабораторіях, самостійна робота та виконання поставлених задач.

Вимоги до знань та умінь визначаються галузевими стандартами вищої освіти України.

АНОТАЦІЯ

Характерною особливістю електричних апаратів є дуже широка номенклатура пристроїв, що відносяться до галузі електротехніки, величезна кількість понять, визначень, характеристик, а також надзвичайно динамічний ринок як з точки зору неухильного зростання його обсягу, так і з точки зору швидкого оновлення номенклатури та розширення функціональних можливостей електричних апаратів.

Вивчення будови та принципів дії електричних апаратів, явищ які виникають при роботі електричних апаратів є одним із основних етапів із підготовки інженера-електрика.

Курс «Електричні апарати» носить міждисциплінарний характер і є базовим у вивченні електропостачання електротехнічних установок та споживачів.

Ключові слова: електричний апарат, електричний контакт, електрична дуга, електроізоляція, комутаційний апарат, вимикачі, трансформатор.

Abstract

A characteristic feature of electric vehicles is a very wide range of devices related to electrical engineering, a huge number of concepts, values, characteristics, as well as an extremely dynamic market, both in terms of steady growth of its volume, and in terms of rapid updating of the nomenclature and expansion functionality of electric apparatuses.

The study of the structure and principles of the operation of electrical apparatus, the phenomena that arise in the operation of electric apparatus, is one of the main stages in the preparation of an electrical engineer.

The course "Electric Devices" is of an interdisciplinary nature and is the basis for studying the electrical supply of electrical installations and consumers.

Key words: electric apparatus, electric contact, electric arc, electric isolation, switching device, switches, transformer.



1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ „Електричні апарати”

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни
Кількість кредитів, відповідних ECTS – 5	Галузь знань: 14 «Електрична інженерія»	Вибіркова
		денна форма навчання
Модулів – 1	Спеціальність 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»	Рік підготовки:
Змістових модулів – 3		4-й
Загальна кількість годин – 150		Семестр:
		8-й
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 4,0 СРС – 7,0	Рівень вищої освіти: бакалавр	Лекції
		26 год.
		Лабораторні
		14 год.
		Практичні
		10 год.
		Самостійна робота
100 год.		
Примітка:		Вид контролю: залік
Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить для денної форми навчання – 50 % до 50 %.		
Кількість кредитів, відповідних ECTS – 5	Галузь знань: 14 «Електрична інженерія»	вибіркова
		заочна форма навчання
Модулів – 1	Спеціальність 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»	Рік підготовки:
Змістових модулів – 3		4-й
Загальна кількість годин – 150		Семестр:
		8-й
	Рівень вищої освіти: бакалавр	Лекції
		2 год.
		Лабораторні
		6 год.
		Практичні
		6 год.
		Самостійна робота
136 год.		
		Вид контролю: залік



2. МЕТА І ЗАВДАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Мета дисципліни - одержання знань з основ теорії електричних апаратів і ознайомлення з пристроєм, характеристиками і вибором електричних апаратів загальнопромислового застосування.

Завдання дисципліни - добування конкретних знань, які дозволяють майбутньому бакалавру вибрати необхідний електричний апарат.

На основі отриманих знань студент **повинен знати**:

- принцип роботи електричних апаратів, застосованих для управління електромеханічних пристроїв;
- особливості конструкцій типових зразків масових серій електричних апаратів низької й високої напруги;
- основні номінальні дані й технічні характеристики найпоширеніших електричних апаратів загальнопромислового застосування;
- загальноприйнятту класифікацію електричних апаратів по їхньому призначенню й області застосування;
- загальні й спеціальні вимоги до груп електричних апаратів;
- переваги й недоліки типових електричних апаратів, тенденції й перспективи їхнього вдосконалювання й розвитку.

Повинен вміти:

- розраховувати основні дані електроапаратів для захисту електричних машин;
- здійснювати вибір електричних апаратів для конкретних схем автоматичного управління електроустановок;
- розраховувати обмотки електромагнітів постійного й змінного струму;
- проводити типові випробування електроапаратів низької напруги;
- налаштовувати й регулювати реле низької напруги;
- читати електричні схеми, утримуючі умовні графічні позначення електроапаратів.

3. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Змістовний модуль 1. Загальні відомості про електричні апарати

Тема 1. Класифікація електричних апаратів.

Захисні оболонки електричних апаратів. Кліматичне виконання та категорії розташування для експлуатації електричних апаратів. Основні вимоги до електричних апаратів.

Тема 2. Ізоляція електричних апаратів

Ізоляція електричних апаратів, її види. Класифікація ізоляторів за призначенням. Типи ізоляторів, їх призначення умови роботи ізоляції. Вимоги до ізоляції. Рівень ізоляції електричних апаратів.

Тема 3. Контактні з'єднання електричних апаратів

Перехідний опір електричних контактів. Матеріал для контактів. Вібрація контактів та методи її усунення.

Тема 4. Електрична дуга в комутаційних апаратах низької напруги

Фізичні властивості в дуговому проміжку, їх особливості в електричних апаратах. Гасіння дуги в колах постійного струму. Гасіння дуги змінного струму в колах активного характеру. Гасіння дуги змінного струму в колах активно-індуктивного характеру.



Процес відновлення напруги. Відновлення електричної міцності коротких проміжків між електродами. Дугогасні пристрої апаратів низької напруги, особливості їх виконання та застосування.

Змістовний модуль 2. Електричні апарати до 1000 В

Тема 5. Неавтоматичні комутаційні апарати розподільчих пристроїв.

Рубильники та пакетні перемикачі. Контактори та пускачі.

Тема 6. Автоматичні комутаційні апарати розподільчих пристроїв.

Запобіжники. Основні параметри, вимоги до запобіжників. Нагрів плавкої вставки при тривалому навантаженні. Нагрів плавких вставок при КЗ. Матеріали плавких вставок запобіжників. Конструкції запобіжників. Вибір запобіжників.

Тема 7. Автоматичні повітряні вимикачі

Конструкція та принцип дії. Основні параметри автоматичних вимикачів. Дугогасильна система. Приводи автоматичних вимикачів. Розчеплювачі автоматів. Вибір автоматичних вимикачів.

Змістовний модуль 3. Електричні апарати вище 1000 В

Тема 8. Вимикачі.

Вимикачі змінного струму високої напруги. Бакові масляні вимикачі. Маломасляні вимикачі. Повітряні вимикачі. Елегазові вимикачі. Вакуумні вимикачі. Вимикачі навантаження. Вибір високовольтних вимикачів.

Тема 9. Роз'єднувачі, короткозамикачі, відділювачі.

конструкція роз'єднувачів. Типи роз'єднувачів. Вибір роз'єднувачів. Призначення, типи, конструкція та принцип дії короткозамикачів та відділювачів. Блокування роз'єднувачів та вимикачів. Типи блокувань. Електромагнітне замкове блокування.

Тема 10. Трансформатори струму

Призначення, основні параметри трансформаторів струму (ТС). Режими роботи ТС. Компенсація похибки трансформаторів струму. Типи трансформаторів струму.

Тема 11. Трансформатори напруги.

Призначення, схема заміщення трансформаторів напруги (ТН). Основні параметри трансформаторів напруги. Схеми включення в трифазну мережу однофазних трифазних ТН. Типи трансформаторів напруги.

4. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Тема	Кількість годин, відведених на:									
	Денна форма навчання				Заочна форма навчання					
	Лекції	Практ. занят	Лабор. занят	Самост. робота	Всього	Лекції	Практ. занят	Лабор. занят	Самост. робота	Всього
Змістовний модуль 1. Загальні відомості про електричні апарати										
Тема 1. Класифікація електричних апаратів	2			9	11	0,5			10	10,5
Тема 2. Ізоляція електричних апаратів	2			9	11				10	10
Тема 3. Контактні з'єднання електричних апаратів	2	2	2	9	15				15	15
Тема 4 Електрична дуга в комутаційних апаратах	2			9	11	0,5	2		10	12,5
Разом за змістовний модуль 1	8	2	2	36	48	1	2		45	48
Змістовний модуль 2. Електричні апарати до 1000 В										
Тема 5. Неавтоматичні комутаційні апарати розподільчих пристроїв	2		2	10	14				14	14
Тема 6. Автоматичні комутаційні апарати розподільчих пристроїв	4	2	2	9	17	0,5		2	14	16,5
Тема 7. Автоматичні повітряні вимикачі	2	2	2	9	15		2	2	13	17
Разом за змістовний модуль 2	8	4	6	28	46	0,5	2	4	41	47,5
Змістовний модуль 3. Електричні апарати вище 1000 В										
Тема 8 Вимикачі	4		2	9	15	0,5			14	14,5
Тема 9. Роз'єднувачі, короткозамикачі, відділювачі	2			9	11				12	12
Тема 10. Трансформатори струму	2	2	2	9	15		2		12	14
Тема 11. Трансформатори напруги	2	2	2	9	15			2	12	14
Разом за змістовний модуль 3	10	4	6	36	56	0,5	2	2	50	54,5
Всього год.	26	10	14	100	150	2	6	6	136	150



5. ТЕМИ ПРАКТИЧНИХ РОБІТ

№ з/п	Модуль	Тема практичної роботи	Кількість годин	
			Форма навчання	
			Денна	Заочна
1	2	3	4	5
1	I	Розрахунок електромагніту постійного струму	2	
2	II	Розрахунок електромагніту змінного струму	2	
3		Розрахунок параметрів однофазного трансформатора	2	2
4	III	Вибір електричних апаратів до 1 кВ	2	2
5		Вибір електричних апаратів вище 1 кВ	2	
Разом			10	4

6. ТЕМИ ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ

№ з/п	Модуль	Тема лабораторної роботи	Кількість годин	
			Форма навчання	
			Денна	Заочна
1	2	3	4	5
1	I	Апаратура ручного керування електроприводом	2	
2	II	Дослідження будови і принципу дії плавких запобіжників	2	
3		Вивчення конструкції та принципу дії магнітного пускача	2	2
4	III	Вивчення конструкції і принципу дії автоматичного вимикача	2	
5		Дослідження електромагнітного реле постійного і змінного струму	2	2
6		Дослідження реле напруги та реле часу	2	
7		Дослідження трансформатора	2	
Разом			10	4

6. САМОСТІЙНА РОБОТА

Розподіл годин самостійної роботи для студентів денної/заочної форми навчання:
 25/8 години – підготовка до аудиторних занять;
 12 годин – підготовка до контрольних заходів;
 63/116 годин – підготовка питань, які не розглядаються під час аудиторних занять.

Підсумком самостійної роботи над вивченням дисципліни «Електричні апарати» є складання письмового звіту. Письмовий звіт виконують студенти самостійно під керівництвом викладача. У тих випадках, коли завдання мають комплексний характер, до їх виконання можуть залучатися кілька студентів.

Вимоги до оформлення письмового звіту: об'єм – 15-20 сторінок, формат паперу – А4, орієнтація сторінки – книжкова, шрифт – Times New Roman, розмір – 14 пунктів, міжрядковий інтервал – одинарний, інтервал шрифту – звичайний, відступ абзацу – 1 см., ліве поле – 2,5 см., праве, верхнє та нижнє поля – 1,5 см.



Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	К-сть годин	
		денна	заочна
1	Електромагнітні механізми апаратів низької напруги	5	9
2	Основні матеріали, які застосовують в апаратобудуванні	5	9
3	Нагрів електричних апаратів	6	10
4	Силові контролери, командоконтролери та кнопки управління	5	10
5	Часострумова характеристика плавної вставки. Струмообмежувальний ефект	5	9
6	Вибір плавких запобіжників для низьковольтних мереж	5	10
7	Електромагнітні реле та їх параметри	6	10
8	Високовольтні запобіжники: будова, основні параметри, вибір	5	10
9	Розрядники трубчасті і вентильні, обмежувачі перенапруг: призначення та характеристики	6	10
10	Комплектні розподільчі пристрої: конструкція, технічні і економічні переваги.	5	10
11	Автомати гасіння магнітного поля	5	10
12	Ємнісні подільники напруги	5	9
	Разом	63	116

7. МЕТОДИ НАВЧАННЯ

1. Лекції проводяться з використанням технічних засобів навчання і супроводжуються демонстрацією лекційного матеріалу за допомогою відеопроєктора (схем, таблиць тощо).
2. Практичні та лабораторні роботи проводяться на спеціальних стендах і мають необхідне методичне забезпечення на паперових і магнітних носіях.
3. Індивідуальна робота включає виконання письмового звіту, мета якої закріплення знань, які студенти отримують у процесі навчання.

8. МЕТОДИ КОНТРОЛЮ ТА КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ

1. Поточний контроль знань здійснюється шляхом тестування перед виконанням та при захисті лабораторних робіт.
 2. Контроль за виконанням практичних робіт забезпечується перевіркою своєчасно оформлених і зданих звітів.
 3. Оцінка модульної контрольної роботи.
 4. Оцінка індивідуальної роботи.
 5. Підсумковий контроль проводиться у формі заліку.
- Введена кредитно-трансферна система організації навчального процесу зі 100-бальною системою оцінювання знань студентів.
- Усі форми контролю включені до 100-бальної системи оцінювання.
- Оцінювання студентів проводиться відповідно до вимог ECTS.

9. РОЗПОДІЛ БАЛІВ, ЩО ОТРИМУЮЮТЬ СТУДЕНТИ

Введена кредитно-трансферна система організації навчального процесу зі 100-бальною шкалою оцінювання знань студентів.

Заліковий кредит – залік (8 семестр)

Сума балів = 100.

Залік:

- $\sum \text{балів} \geq 60$;
- усі практичні та лабораторні роботи виконані та захищені;



➤ виконана та захищена індивідуальна робота.

Розподіл балів:

- а) Відвідування лекцій: 13 балів, 1 бал за лекцію;
- б) Модульна контрольна робота:
 - 30 балів – МК (13 тиждень);
- в) Практичні роботи: 20 балів. Всі п.р. оцінюються в 4 бали:
 - 0,5 балів – контроль підготовки до практичної роботи;
 - 0,5 бали – робота на занятті та вчасно зданий звіт;
 - 3 бали – захист практичної роботи (тестування).
- г) Лабораторні роботи: 28 балів. Всі л.р. оцінюються в 4 бали:
 - 0,5 балів – контроль підготовки до лабораторної роботи;
 - 0,5 бали – робота на занятті та вчасно зданий звіт;
 - 3 бали – захист лабораторної роботи (тестування).
- г) Самостійна робота (Письмовий звіт): 9 балів.

Поточне тестування, захист практичних та лабораторних робіт, відвідування											Сума
Змістовний модуль 1				Змістовний модуль 2				Змістовний модуль 3			100
29				34				37			
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	
5	6	12	6	9	13	12	9	5	12	11	

ШКАЛА ОЦІНЮВАННЯ

Сума балів за всі види діяльності	Оцінка за національною шкалою
	Залік
90-100	Зараховано
82-88	
74-81	
64-73	
60-63	
1-59	Не зараховано

10. МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Інформаційні ресурси у цифровому репозиторії / [Електронний ресурс]. – режим доступу: <http://ep3.nuwm.edu.ua/view/types/metods/>:

1. 04-03-180 Методичні вказівки до виконання практичних робіт з дисципліни “Електричні апарати” студентами спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» / Жомирук Р.В., Кулик Н.І. – Рівне: НУВГП, 2017 / [Електронний ресурс]. - режим доступу: <http://ep3.nuwm.edu.ua/4291/>

2. 04-03-181 Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни “Електричні апарати” студентами спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» / Жомирук Р.В., Кулик Н.І. – Рівне: НУВГП, 2017 / [Електронний ресурс]. - режим доступу <http://ep3.nuwm.edu.ua/244/>



11. ЛІТЕРАТУРА

Базова

1. Клименко Б.В. Электричные аппараты. Электромеханическая аппаратура коммутации, управления та захисту. Загальний курс: навчальний посібник. – Харків: Вид-во «Гочка», 2012. – 340
2. Таев И.С. Электрические аппараты управления. – М.: Высшая школа, 1969. – 247 с.
3. Алексеев В.С., Варганов Г.П., Панфилов Б.И., Розенблюм Р.З. Реле защиты. – М.: Энергия, 1976. – 464 с.
4. Намитокон К.К., Хмельницкий Р.С., Аникеева К.Н. Плавкие предохранители. – М.: Энергия, 1979. – 128 с.
5. Гордон А.В., Сельвинская А.Г. Электромагниты постоянного тока. – М.: Энергоиздат, 1972. – 446 с.
6. Лежнюк П.Д., Зелінський В.Ц. Электричные аппараты розподільчих установок. Навч.посібник. – Вінниця.: ВДТУ, 2004. – 128 с.
7. Лежнюк П.Д., Зелінський В.Ц. Электричные аппараты. Фізичні основи електричних апаратів. Навч. посібн. – Вінниця: ВНТУ, 2007. – 182 с.
8. Буль Б. К., Буль О. Б., Азанов В. А., Шоффа В. Н. Электромеханические аппараты автоматики. – М.: Высшая школа, 1988.

Допоміжна

1. Электрические и электронные аппараты: Учебник для вузов/ Под ред. Ю.К. Розанова. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Информэлектрон, 2001. – 420 с.: ил.
2. Чунихин А.А. Электрические аппараты. Общий курс: Учебник для вузов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1988. – 720с. : ил.
3. Кузнецов Р. С. Аппараты распределения электрической энергии на напряжение до 1000 В. – М.: Энергия, 1970.

12. ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ

1. Цифрова бібліотека факультету електроніки НТТУ «КПІ» / [Електронний ресурс]. - режим доступу <http://fel.kpi.ua/>
2. Журнал «Технічна електродинаміка» / [Електронний ресурс]. - режим доступу <http://techned.org.ua/>
3. Цифровий репозиторій ХНУГХ ім. А.Н. Бекетова / [Електронний ресурс]. - режим доступу <http://eprints.kname.edu.ua/>
4. Цифровий репозиторій Харківського національного університету В.Н. Каразіна / [Електронний ресурс]. - режим доступу <http://dspace.univer.kharkov.ua/handle/123456789/568>
5. Наукова бібліотека НУВГП (м.Рівне, вул. О. Новака 75) / [Електронний ресурс]. - режим доступу <http://nuwm.edu.ua/naukova-biblioteka>
http://nuwm.edu.ua/MySQL/page_lib.php