

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВЕТЕРИНАРНОЇ МЕДИЦИНИ ТА
БІОТЕХНОЛОГІЙ ІМЕНІ С.З. ГЖИЦЬКОГО**

Факультет механіки, енергетики та інформаційних технологій
Кафедра електротехнічних систем

ПОГОДЖЕНО

Гарант ОПП «Відновлювані
джерела енергії та
гідроенергетика»
Сергій КОРОБКА _____
(ім'я та прізвище, підпис)

«28» серпня 2025 року

ЗАТВЕРДЖЕНО

Декан факультету механіки,
енергетики та інформаційних
технологій
Степан КОВАЛИШИН _____
(ім'я та прізвище, підпис)

«28» серпня 2025 року

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
«РЕЛЕЙНИЙ ЗАХИСТ ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИХ УСТАНОВОК»**

рівень вищої освіти	<u>перший (бакалаврський)</u> (назва освітнього рівня)
галузь знань	<u>14 «Електрична інженерія»</u> (назва галузі знань)
спеціальність	<u>145 «Відновлювані джерела енергії та гідроенергетика»</u> (назва спеціальності)
освітня програма	<u>«Відновлювані джерела енергії та гідроенергетика»</u> (назва)
вид дисципліни	<u>за вибором</u> (обов'язкова / за вибором)
програма навчання	_____ (повна/ скорочена)

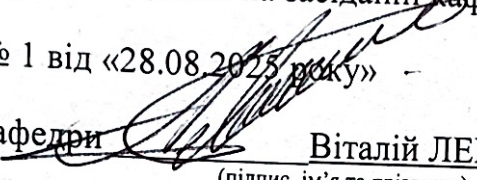
2025–2026 навчальний рік

Робоча програма «Релейний захист електротехнічних установок»
(назва навчальної дисципліни)

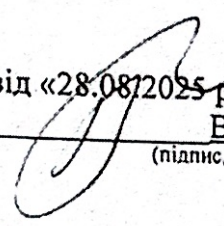
Укладачі: Левонюк В. Р. – завідувач кафедри електротехнічних систем, к.т.н., доцент
Михайлович Т. І. – в.о. доцента кафедри електротехнічних систем, к.т.н.
(вказати укладачів, їхні посади, наукові ступені та вчені звання)

Робочу програму схвалено на засіданні кафедри електротехнічних систем

Протокол № 1 від «28.08.2025 року»

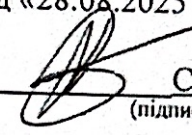
Завідувач кафедри  Віталій ЛЕВОНЮК
(підпис, ім'я та прізвище)

Погоджено навчально-методичною комісією спеціальностей 145 «Відновлювані джерела енергії та гідроенергетика» та G4 «Енерговиробництво»
(назва спеціальності)

Протокол № 1 від «28.08.2025 року»
Голова НМКС  Віталій БОЯРЧУК
(підпис, ім'я та прізвище)

Схвалено рішенням навчально-методичної ради факультету МЕІТ
(назва факультету)

Протокол № 1 від «28.08.2025 року»

Голова НМРФ  Степан КОВАЛИШИН
(підпис, ім'я та прізвище)

Ухвалено вченою радою факультету МЕІТ протокол №1 від «28.08.2025 року»

1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Найменування показників	Всього годин	
	денна форма здобуття освіти	заочна форма здобуття освіти
Семестр	8	8
Кількість кредитів/годин	4/120	4/120
Усього годин аудиторної роботи	48	14
в т.ч.:		
• лекційні заняття, год.	24	6
• практичні заняття, год.	–	–
• лабораторні заняття, год.	24	8
• семінарські заняття, год.	–	–
Усього годин самостійної роботи	72	106
Форма контролю	іспит	іспит

Примітка.

Частка аудиторного навчального часу студента у відсотковому вимірі:

для денної форми здобуття освіти – 40 %

для заочної форми здобуття освіти – 11,6 %

2. МЕТА ТА ЗАВДАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Метою вивчення освітньої компоненти «Релейний захист електротехнічних установок» є формування у здобувачів вищої освіти цілісного уявлення про принципи побудови, функціонування та проєктування систем релейного захисту й автоматики в електроенергетичних установках, розвиток умінь аналізувати режими роботи електричних мереж і приймати технічно обґрунтовані рішення щодо вибору, налаштування та експлуатації пристроїв захисту з урахуванням сучасних цифрових технологій, вимог надійності, селективності та безпеки електропостачання.

Завдання навчальної дисципліни передбачають:

- ❖ формування теоретичної бази знань щодо принципів побудови, дії та класифікації систем релейного захисту й автоматики.
- ❖ опанування методів аналізу та проєктування схем релейного захисту ліній електропередач, трансформаторів, генераторів, електродвигунів, шин, конденсаторних батарей та інших електротехнічних установок;
- ❖ вивчення конструкцій і характеристик первинних вимірювальних перетворювачів струму та напруги, їхньої ролі у забезпеченні точності та надійності функціонування захисних пристроїв;
- ❖ набуття практичних навичок роботи з пристроями релейного захисту, включаючи класичні електромеханічні реле, мікропроцесорні термінали та сучасні цифрові системи автоматики;

❖ ознайомлення з принципами роботи систем автоматичного резервування, повторного ввімкнення, частотного розвантаження та протиаварійної автоматики, спрямованих на підвищення надійності електропостачання;

❖ формування компетентностей у виборі, налаштуванні та перевірці пристроїв релейного захисту відповідно до вимог стандартів, технічних умов і нормативних документів галузі;

❖ розвиток здатності до технічного мислення та самостійного прийняття інженерних рішень при аналізі аварійних режимів і розробленні заходів з підвищення стійкості та безпеки електроенергетичних систем.

Пререквізити: для успішного опанування курсу «Релейний захист електротехнічних установок» необхідно володіти знаннями із курсів: «Фізика», «Теоретичні основи електротехніки», «Електричні машини та апарати», «Основи електропостачання», «Вітроенергетика», «Сонячна енергетика».

Постреквізити: результати опанування дисципліни використовуються під час виконання кваліфікаційної роботи та у професійній діяльності фахівців в галузі відновлювальної та гідроенергетики.

Відповідно до освітньо-професійної програми «Відновлювані джерела енергії та гідроенергетика» вивчення дисципліни забезпечує набуття здобувачами таких компетентностей та програмних результатів навчання:

Індекс в матриці ОПП	Програмні компоненти
1	2
Інтегральна компетентність	Здатність розв'язувати спеціалізовані задачі та вирішувати практичні проблеми під час професійної діяльності у галузі відновлюваних джерел енергії та гідроенергетики або у процесі навчання, що передбачає застосування теорій та методів фізики та інженерних наук і характеризуються комплексністю та невизначеністю умов.
Загальні компетентності	❖ Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях. ❖ Здатність до адаптації та дій в новій ситуації. ❖ Здатність приймати обґрунтовані рішення.
Фахові (спеціальні) компетентності	❖ Здатність застосовувати відповідні методи математики, природничих та технічних наук і комп'ютерне програмне забезпечення для вирішення інженерних завдань з відновлюваних джерел енергії та гідроенергетики. ❖ Здатність розуміти і застосовувати фізичні принципи і математичні методи, необхідні в галузі відновлюваних джерел енергії та гідроенергетики. ❖ Здатність здійснювати моделювання електротехнічних об'єктів і технологічних процесів виробництва, передачі та розподілу електричної енергії, проводити експерименти з обробкою й аналізом результатів. ❖ Здатність забезпечувати якість енергії, ефективне та надійне функціонування обладнання відновлюваних джерел енергії та гідроенергетики

Програмні результати навчання	❖ Використовувати сучасні інформаційні технології та спеціалізоване програмне забезпечення для розв'язання складних задач професійної діяльності. ❖ Обирати та використовувати придатні методи та засоби вимірювань для визначення значень технологічних параметрів процесів та режимів роботи енергетичного обладнання відповідно до стандартів і вимог метрологічної служби України.
--------------------------------------	---

3. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Назви тем	Кількість годин											
	денна форма здобуття освіти (ДФЗО)						заочна форма здобуття освіти (ЗФЗО)					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		л	п	лаб.	інд.	с.р.		л	п	лаб.	інд.	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	8	9	10	11	12
Тема 1. Вступ. Загальні положення	12	2		8		2	12			2		10
Тема 2. Захист запобіжниками та автоматичними вимикачами	7	2		2		3	7			1		6
Тема 3. Первинні вимірювальні перетворювачі струму та напруги	7	2		2		3	7	1		1		5
Тема 4. Захист ліній електропересилання	11	4		4		3	11			2		9
Тема 5. Захист трансформаторів і автотрансформаторів	9	2		4		3	9	1		1		7
Тема 6. Автоматичне вмикання резервного живлення та обладнання	9	2		4		3	9	1		1		7
Тема 7. Автоматичне повторне ввімкнення	8	2				6	8	1				7
Тема 8. Автоматичне частотне розвантаження	10	4				6	10	1				9
Тема 9. Автоматичне регулювання частоти та активної потужності	9	2				7	9					9
Тема 10. Протиаварійна автоматика	8	2				6	8	1				7
Підготовка до навчальних занять та контрольних заходів	30					30	30					30
Усього годин	120	24		24		72	120	6		8		106

4. ЛЕКЦІЙНІ ЗАНЯТТЯ

№ з/п	Назви тем та їх короткий зміст	Кількість годин	
		ДФЗО	ЗФЗО
1	Тема 1. Вступ. Загальні положення 1.1 Призначення релейного захисту 1.2 Вимоги до виконання релейного захисту 1.3 Призначення та основні характеристики реле 1.4 Вимоги до пристроїв релейного захисту	2	
2	Тема 2. Захист запобіжниками та автоматичними вимикачами 2.1 Основні характеристики запобіжників 2.2 Вибір запобіжників	2	

	2.3 Основні характеристики автоматичних вимикачів 2.4 Вибір автоматичних вимикачів		
3	Тема 3. Первинні вимірювальні перетворювачі струму та напруги 3.1 Призначення первинних вимірювальних перетворювачів струму 3.2 Умовне та позиційне позначення трансформаторів струму 3.3 Призначення первинних вимірювальних перетворювачів напруги 3.4 Умовне та позиційне позначення трансформатора напруги	2	1
4	Тема 4. Захист ліній електропередавання 4.1 Пошкодження та особливі режими ліній електропередавання 4.2 Струмові захисти ліній з одностороннім живленням 4.3 Максимальний струмовий захист	4	
5	Тема 5. Захист трансформаторів і автотрансформаторів 5.1 Основні види пошкоджень та особливі режими роботи трансформаторів і автотрансформаторів 5.2 Струмові захисти трансформаторів від міжфазних КЗ 5.3 Струмовий захист нульової послідовності від однофазних КЗ на землю на стороні низької напруги трансформатора	2	1
6	Тема 6. Автоматичне вмикання резервного живлення та обладнання 6.1 Загальні відомості 6.2 Основні вимоги до схем АВР 6.3 Схеми пристроїв АВР	2	1
7	Тема 7. Автоматичне повторне ввімкнення 7.1 Призначення, вимоги, класифікація 7.2 Узгодження дії пристроїв АПВ та релейного захисту 7.3 Принцип будови пристроїв АПВ лінії з одностороннім живленням	2	1
	Тема 8. Автоматичне частотне розвантаження 8.1 Загальні відомості 8.2 Основні вимоги до пристроїв АЧР 8.3 Статичні частотні характеристики ЕЕС 8.4 Динамічні частотні характеристики енергосистем 8.5 Схеми пристроїв АЧР	4	1
	Тема 9. Автоматичне регулювання частоти та активної потужності 9.1 Основні вимоги до регулювання частоти та активної потужності 9.2 Турбіна як об'єкт регулювання частоти і потужності 9.3 Автоматичні регулятори частоти обертання турбін	2	
	Тема 10. Протиаварійна автоматика 10.1 Призначення та види протиаварійної автоматики 10.2 Аналіз аварійних ситуацій 10.3 Способи дії на режим роботи ЕЕС в аварійних ситуаціях	2	1
Усього годин		24	6

5. ЛАБОРАТОРНІ ЗАНЯТТЯ

№ з/п	Назви тем та їх короткий зміст	Кількість годин	
		ДФЗО	ЗФЗО
1	Умовно графічні позначення елементів релейного захисту	4	1
2	Застосування програмного комплексу <i>CADe SIMU</i> для проектування релейного захисту та автоматики електротехнічних установок	4	1
3	Випробування релейного захисту високовольтного електродвигуна	1	1
4	Дослідження схем ввімкнення вторинних обмоток трансформаторів струму	2	2
5	Випробування максимального струмового захисту із застосуванням індукційного струмового реле	4	1
6	Логічні пристрої електроавтоматики. Основні логічні функції. Перехід від схем на релейно-контактних елементах до схем на логічних елементах.	4	1
7	Дослідження надійності систем електропостачання. Керування джерелами безперебійного живлення	4	1
Усього годин		24	8

6. САМОСТІЙНА РОБОТА

№ з/п	Назви тем та їх короткий зміст	Кількість годин	
		ДФЗО	ЗФЗО
1	Тема 1. Вступ. Загальні положення. Призначення релейного захисту. Вимоги до виконання релейного захисту. Призначення та основні характеристики реле. Вимоги до пристроїв релейного захисту	2	10
2	Тема 2. Захист запобіжниками та автоматичними вимикачами. Основні характеристики запобіжників. Вибір запобіжників. Основні характеристики автоматичних вимикачів. Вибір автоматичних вимикачів.	3	6
3	Тема 3. Первинні вимірювальні перетворювачі струму та напруги. Призначення первинних вимірювальних перетворювачів струму. Умовне та позиційне позначення трансформаторів струму. Призначення первинних вимірювальних перетворювачів напруги. Умовне та позиційне позначення трансформатора напруги	3	5
4	Тема 4. Захист ліній електропередавання. Пошкодження та особливі режими ліній електропередавання. Струмові захисти ліній з одностороннім живленням. Максимальний струмовий захист	3	9
5	Тема 5. Захист трансформаторів і автотрансформаторів. Основні види пошкоджень та особливі режими роботи трансформаторів і автотрансформаторів. Струмові захисти трансформаторів від міжфазних КЗ. Струмовий захист нульової послідовності від однофазних КЗ на землю на стороні низької напруги трансформатора	3	7
6	Тема 6. Автоматичне вмикання резервного живлення та обладнання. Загальні відомості. Основні вимоги до схем АВР.	3	7

	Схеми пристроїв АВР		
7	Тема 7. Автоматичне повторне ввімкнення. Призначення, вимоги, класифікація. Узгодження дії пристроїв АПВ та релейного захисту. Принцип будови пристроїв АПВ лінії з одностороннім живленням	6	7
8	Тема 8. Автоматичне частотне розвантаження. Загальні відомості. Основні вимоги до пристроїв АЧР. Статичні частотні характеристики ЕЕС. Динамічні частотні характеристики енергосистем. Схеми пристроїв АЧР	6	9
9	Тема 9. Автоматичне регулювання частоти та активної потужності. Основні вимоги до регулювання частоти та активної потужності. Турбіна як об'єкт регулювання частоти і потужності. Автоматичні регулятори частоти обертання турбін	7	9
10	Тема 10. Протиаварійна автоматика. Призначення та види протиаварійної автоматики. Аналіз аварійних ситуацій. Способи дії на режим роботи ЕЕС в аварійних ситуаціях	6	7
Підготовка до навчальних занять та контрольних заходів		30	30
Усього годин		78	106

7. МЕТОДИ НАВЧАННЯ

Навчання з дисципліни «Релейний захист електротехнічних установок» здійснюється із застосуванням сучасних інтерактивних та практикоорієнтованих методів, які поєднують словесні (лекція, пояснення, дискусія), наочні (демонстрація, робота з мультимедійними матеріалами) та активні форми (групові проекти, семінари-дискусії, моделювання ситуацій, аналіз кейсів). Використання методів мозкового штурму, проблемно-орієнтованих і дослідницьких підходів сприяє розвитку критичного та креативного мислення, уміння працювати в команді й приймати ефективні управлінські рішення. Ефективність забезпечується залученням сучасних цифрових інструментів, програмних засобів для планування й контролю, а також роботи з професійною літературою та науковими публікаціями.

8. МЕТОДИ КОНТРОЛЮ

Оцінювання результатів навчання студентів здійснюється проведенням поточного та підсумкового контролю.

Поточний контроль здійснюється під час практичних занять і має на меті перевірку рівня підготовленості студента до виконання відповідних завдань. Форми проведення поточного контролю – усне та письмове опитування, тестовий контроль.

Підсумковий контроль проводиться з метою оцінювання результатів навчання на завершальному етапі вивчення дисципліни. Підсумковий контроль здійснюється у формі екзамену.

9. КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Успішність студента оцінюється шляхом проведення поточного та підсумкового контролю.

Максимальна кількість балів з дисципліни «Релейний захист електротехнічних установок», яку може отримати студент протягом семестру за всі види роботи, становить 100, при цьому 50 балів за результатами поточного оцінювання, та 50 – за результатами екзаменаційного контролю.

Результати поточного контролю оцінюються в кінці семестру сумою отриманих балів за поточну успішність:

Критерії поточного оцінювання знань студентів

Оцінка	Критерії оцінювання
«відмінно»	У повному обсязі володіє навчальним матеріалом, вільно, самостійно та аргументовано його викладає, глибоко і всебічно розкриває зміст, використовуючи обов'язкову та додаткову літературу. Правильно вирішив 90% тестових завдань.
«добре»	Достатньо повно володіє навчальним матеріалом, обґрунтовано його викладає, в основному розкриває зміст завдань, використовуючи обов'язкову літературу. При викладанні окремих питань не вистачає достатньої глибини та аргументації, допускаються несуттєві неточності й незначні помилки. Правильно вирішив більшість тестових завдань.
«задовільно»	У цілому володіє навчальним матеріалом, викладає його основний зміст, але без глибокого всебічного аналізу, обґрунтування та аргументації, допускаючи окремі суттєві неточності та помилки. Правильно вирішив близько половини тестових завдань.
«незадовільно»	Не в повному обсязі володіє навчальним матеріалом. Викладає матеріал фрагментарно та поверхово, без аргументації й обґрунтування, недостатньо розкриває зміст теоретичних і практичних завдань, допускає суттєві неточності. Правильно вирішив меншість тестових завдань.

Переведення підсумкових рейтингових оцінок з дисципліни, виражених у балах за 100-бальною шкалою, у оцінки за національною шкалою та шкалою ECTS

Таблиця 1 – Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, диференційованого заліку,	для заліку

		курсового проєкту (роботи), практики	
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

10. МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

1. Чабан А. В., Левонюк В. Р. Умовно графічні позначення елементів релейного захисту: методичні рекомендації для виконання лабораторної роботи з дисципліни «Релейний захист електротехнічних установок» здобувачами першого (бакалаврського) рівня освіти зі спеціальностей 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» та 145 «Відновлювальні джерела енергії та гідроенергетика». Львів: ЛНУП, 2023. 24 с.

2. Чабан А. В., Левонюк В. Р., Розвезєв О. Д. Застосування програмного комплексу CADe SIMU для проектування релейного захисту та автоматики електротехнічних установок: методичні рекомендації для виконання лабораторної роботи з дисципліни «Релейний захист електротехнічних установок» здобувачами першого (бакалаврського) рівня освіти зі спеціальностей 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» та 145 «Відновлювальні джерела енергії та гідроенергетика». Львів: ЛНУП, 2023. 16 с.

3. Чабан А. В., Левонюк В. Р. Релейний захист електротехнічних установок: методичні рекомендації для виконання лабораторних робіт здобувачами першого (бакалаврського) рівня освіти зі спеціальностей 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» та 145 «Відновлювальні джерела енергії та гідроенергетика». Львів: ЛНУП, 2023. 72 с.

11. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Базова

1. Голота А. Д. Автоматика в електроенергетичних системах: навч. посіб. Київ: Вища школа, 2006. 67 с.

2. Кідиба В. П. Релейний захист електроенергетичних систем. Львів: В-во НУ«ЛП», 2013. 533 с.

3. Панченко С. В., Блиндюк В. С., Баженов В. М. Релейний захист і автоматика: навч. посібник. Харків: УкрДУЗТ, 2020. Ч. 1. 250 с.

Допоміжна

4. Янд�льський О. С., Дмитренко О. О. Релейний захист. Цифрові пристрої релейного захисту, автоматики та управління електроенергетичних систем: навч. посіб. Київ: НТУУ «КПІ», 2016. 102 с

5. Козярьський Д. П., Майструк Е. В., Козярьський І. П. Основи релейного захисту та автоматизації енергосистем: навчальний посібник. Чернівці: Чернівецький нац. ун., 2019. 133 с

6. Сокол Є. І., Сендерович Г. А., Гриб О. Г. Релейний захист електроенергетичних систем: підручник. Харків: ФОП Бровін О. В., 2020. 306 с.

12. ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ

1. Бібліотечно-інформаційні ресурси – [книжковий фонд](#), періодика та фонди на [електронних носіях](#) бібліотеки ЛНУВМБ ім. С.З. Гжицького, державних органів науково-технічної інформації, наукових, науково-технічних бібліотек та інших наукових бібліотек України.

2. Віртуальне навчальне середовище ЛНУВМБ ім. С.З. Гжицького – <https://moodle.lnup.edu.ua/course/view.php?id=10923>.

3. Електронні інформаційні ресурси мережі інтернет з переліком сайтів:

3.1. Національний стандарт України (ДСТУ, ПУЕ, ПБЕЕС), електронна база нормативних документів URL: <https://online.budstandart.com>.

3.2. Міненерго України, офіційний сайт Міністерства енергетики URL: <https://www.mev.gov.ua>.

3.3. Безкоштовні онлайн-курси з енергетики, сталого розвитку, Smart Grid-технологій URL: <https://prometheus.org.ua>

3.4. Електротехнічний портал ELEKS Energy, візуальні матеріали, електричні схеми, бази знань з електропостачання та енергетики URL: <https://dakar.eleks.com>.

3.5. Electrical Engineering Portal (англ.), URL: <https://electrical-engineering-portal.com>

4. Бібліотеки: Львівського ЛНУВМБ ім. С.З. Гжицького м. Дубляни, НУ «Львівська політехніка», Львівська національна наукова бібліотека України ім. В. Стефаника, м. Львів.