

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019		Ф-20.10- 05.01/141.00.1/Б/ОК30- 2-2025
	Випуск 3	Зміни 0	Екземпляр № 1 Арк 33 / 1

## ЗАТВЕРДЖЕНО

Вченою радою факультету  
комп'ютерно-інтегрованих  
технологій, мехатроніки  
і робототехніки

27 жовтня 2025 р.,  
протокол № 9

Голова Вченої ради  
Андрій ТКАЧУК



## РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

### «Релейний захист та автоматика енергосистем»

для здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «бакалавр»  
спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»  
освітньо-професійна програма «Комп'ютеризоване управління енергетичними  
системами»

факультет комп'ютерно-інтегрованих технологій, мехатроніки  
та робототехніки

кафедра робототехніки, електроенергетики та автоматизації  
ім. проф. Б.Б. Самотокіна

Схвалено на засіданні кафедри  
робототехніки, електроенергетики та  
автоматизації ім. проф. Б.Б. Самотокіна  
24 жовтня 2025 р.,  
протокол № 9

Завідувач кафедри  
Олексій ГРОМОВИЙ

Гарант освітньо-професійної програми  
Анна ГУМЕНЮК

Розробники: к.т.н., доцент кафедри робототехніки, електроенергетики та  
автоматизації ім. проф. Б.Б.Самотокіна ДОБРЖАНСЬКИЙ Олександр; доктор  
технічних наук, професор, професор кафедри робототехніки,  
електроенергетики та автоматизації  
ім. проф. Б.Б. Самотокіна КОВАЛЕНКО Віктор

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019			Ф-20.10- 05.01/141.00.1/Б/ОК30- 2-2025
	<i>Випуск 2</i>	<i>Зміни 1</i>	<i>Екземпляр № 1</i>	<i>Арк 33 / 2</i>

Робоча програма навчальної дисципліни «Релейний захист та автоматика енергосистем» для здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «бакалавр» спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» освітньо-професійна програма «Комп'ютеризоване управління енергетичними системами» затверджена Вченою радою факультету комп'ютерно-інтегрованих технологій, мехатроніки і робототехніки від 28 серпня 2024 р., протокол № 6.

Робоча програма навчальної дисципліни «Релейний захист та автоматика енергосистем» (із змінами та доповненнями) для здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «бакалавр» спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» освітньо-професійна програма «Комп'ютеризоване управління енергетичними системами» затверджена Вченою радою факультету комп'ютерно-інтегрованих технологій, мехатроніки і робототехніки від 27 серпня 2025 р., протокол № 7.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019			Ф-20.10- 05.01/141.00.1/Б/ОКЗ0- 2-2025
	Випуск 2	Зміни 1	Екземпляр № 1	Арк 33 / 3

## 1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітній ступінь	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма здобуття вищої освіти	заочна форма здобуття вищої освіти
Кількість кредитів – 5	Галузь знань: 14 «Електрична інженерія»	обов'язкова	
Модулів – 2	Спеціальність: 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»	Рік підготовки:	
Змістових модулів – 13		4-й	-
Загальна кількість годин – 150		Семестр	
	7-й	-	
Тижневих годин для денної форми здобуття вищої освіти: аудиторних – 5 самостійної роботи студента – 4,4	Освітній ступінь «бакалавр»	Лекції	
		48 год.	-
		Практичні	
		-	-
		Лабораторні	
		32 год.	-
		Самостійна робота	
70 год.	-		
		Вид контролю: екзамен	

Частка аудиторних занять і частка самостійної та індивідуальної роботи у загальному обсязі годин з навчальної дисципліни становить:

для денної форми навчання – 53 % аудиторних занять, 47 % самостійної та індивідуальної роботи.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019			Ф-20.10- 05.01/141.00.1/Б/ОКЗ0- 2-2025
	Випуск 2	Зміни 1	Екземпляр № 1	Арк 33 / 4

## 2. Мета та завдання навчальної дисципліни

**Метою вивчення навчальної дисципліни** є формування загальних та професійних компетенцій студентів, які дозволять майбутнім спеціалістам виконувати професійні завдання у галузі електроенергетики, пов'язані із застосуванням засобів релейного захисту та систем автоматики в електроенергетиці.

**Завданнями навчальної дисципліни є:**

- застосовуючи спеціалізоване програмне забезпечення навчитись задавати конфігурацію обладнання або виконувати програмування для автоматизованих систем управління електроенергетичним обладнанням;
- розробляти системи релейного захисту та автоматизованого управління, встановленими безпосередньо по місцю або дистанційно, через промислові польові мережі або мережу Internet зокрема;
- навчитись використовувати спеціалізоване програмне забезпечення для моделювання та проектування систем релейного захисту та автоматики;
- вивчити основні способи створення алгоритмів функціонування пристроїв програмної логіки в автоматизованих системах релейного захисту.

Зміст навчальної дисципліни направлений на формування наступних **компетентностей**, визначених освітньо-професійною програмою «Комп'ютеризоване управління енергетичними системами» спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»:

**К14.** Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з проблемами метрології, електричних вимірювань, роботою пристроїв автоматичного керування, релейного захисту та автоматики.

**К21.** Здатність оперативно вживати ефективні заходи в умовах надзвичайних (аварійних) ситуацій в електроенергетичних та електромеханічних системах.

**К23.** Здатність розробляти проекти комп'ютеризованих систем управління технологічними процесами енергетичних об'єктів на базі мікропроцесорної техніки, систем релейного захисту та автоматики.

Отримані знання з навчальної дисципліни стануть складовими наступних **програмних результатів** навчання за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»:

**ПРО2.** Знати і розуміти теоретичні основи метрології та електричних вимірювань, принципи роботи пристроїв автоматичного керування, релейного захисту та автоматики, мати навички здійснення відповідних

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019			Ф-20.10- 05.01/141.00.1/Б/ОКЗ0- 2-2025
	Випуск 2	Зміни 1	Екземпляр № 1	Арк 33 / 5

вимірювань і використання зазначених пристроїв для вирішення професійних завдань.

**ПР10.** Знаходити необхідну інформацію в науково-технічній літературі, базах даних та інших джерелах інформації, оцінювати її релевантність та достовірність.

Під час вивчення навчальної дисципліни здобувачі вищої освіти зможуть отримати Soft skills:

- *комунікативні навички*: письмове, вербальне й невербальне спілкування; уміння грамотно спілкуватися по e-mail; вести дискусію і відстоювати свою позицію; навички працювати в команді;

- *уміння виступати привселюдно*: навички, необхідні для виступів на публіці; навички проведення презентації;

- *керування часом*: уміння справлятися із завданнями вчасно;

- *гнучкість і адаптивність*: гнучкість, адаптивність і здатність змінюватися; уміння аналізувати ситуацію, орієнтування на вирішення проблеми;

- *лідерські якості*: уміння спокійно працювати в напруженому середовищі; уміння ухвалювати рішення; уміння ставити мету, планувати діяльність;

- *особисті якості*: креативне й критичне мислення; етичність, чесність, терпіння, повага до оточуючих.

### 3. Програма навчальної дисципліни

#### МОДУЛЬ 1

#### Релейний захист і автоматика локальних мереж та електроустановок

#### Змістовий модуль 1. Максимальний струмовий захист

Тема 1.1. Принцип дії максимального струмового захисту та його селективність.

**(К14, К23, ПР02, ПР10)**

- Типи максимального струмового захисту: інверсні, неінверсні, миттєві; часово-струмові характеристики.

- Параметри спрацювання: уставка струму, часові затримки, кратність.

- Селективність: координування уставок по ступенях; методи забезпечення.

- Вплив трансформаторів струму: похибки, насичення, коефіцієнти перетворення.

- Фізичні обмеження: помилкові спрацювання, вплив гармонік і асиметрії.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019			Ф-20.10- 05.01/141.00.1/Б/ОКЗ0- 2-2025
	Випуск 2	Зміни 1	Екземпляр № 1	Арк 33 / 6

Тема 1.2. Розрахунок уставок струмових реле для трансформаторів і кабельних ліній.

**(К14, К23, ПР02, ПР10)**

- Вихідні дані: номінальні струми, довжина кабелю, допустима температура.
- Методика розрахунку: вибір уставки за максимальним струмом та селективністю.
- Теплові обмеження кабелю: тривалість перевантаження, коефіцієнти корекції.
- Уставки для трансформатора: врахування пускових струмів та КЗ на стороні низької напруги.

Тема 1.3. Практичні приклади застосування МСЗ у розподільчих мережах 0,4–10 кВ.

**(К14, К23, ПР02, ПР10)**

- Схеми захисту фідерів: одно- та багатоступеневі рішення.
- Захист від перевантаження в житлових мережах: типові уставки та типи автоматів.
- Промислові застосування: захист моторних груп, трансформаторних підстанцій.
- Координація з АПВ (автоматичним повторним ввімкненням) та іншими захистами: взаємодія алгоритмів.
- Кейси помилкових спрацювань: аналіз причин і заходи усунення.

## **Змістовий модуль 2. Дуговий захист**

Тема 2.1. Методи виявлення дугових замикань у низьковольтних мережах.

**(К14, К23, ПР02, ПР10)**

- Параметри детекції: оптичні, акустичні, струмові, спектральні.
- Пороги та часові інтервали: уникнення хибних спрацювань.
- Комбінаційні методи: поєднання оптики та струму для надійності.
- Розміщення давачів: щити, розподільчі шафи, кабельні канали.
- Нормативні вимоги: стандарти безпеки та пожежозахисту.

Тема 2.2. Сучасні пристрої дугового захисту та їх інтеграція в системи автоматики.

**(К14, К23, ПР02, ПР10)**

- Типи пристроїв: AFD, AFD+RCD, модулі з GOOSE.
- Інтерфейси зв'язку: IEC 61850, Modbus, цифрові входи/виходи.
- Алгоритми взаємодії: блокування, селективне відключення, сигналізація.
- Логування та діагностика: збереження подій, аналіз причин.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019			Ф-20.10- 05.01/141.00.1/Б/ОК30- 2-2025
	Випуск 2	Зміни 1	Екземпляр № 1	Арк 33 / 7

Тема 2.3. Аналіз аварійних випадків, спричинених дуговими замиканнями.

**(К14, К23, ПР02, ПР10)**

- Типові сценарії: кабельні пошкодження, контактні дефекти, пил/волога.
- Методи розслідування: збирання логів, огляд обладнання, фотодокументація.
- Оцінка наслідків: пошкодження обладнання, ризик пожежі, простої.
- Заходи запобігання: технічні та організаційні.
- Висновки для налаштувань захисту: корекція порогів, додаткові давачів.

### **Змістовий модуль 3. Захист двигуна**

Тема 3.1. Захист від перевантаження та короткого замикання електродвигунів.

**(К14, К23, ПР02, ПР10)**

- Теплові та електронні захисти: термореле, МРСВ, мікропроцесорні реле.
- Пускові струми та їх урахування: вибір уставок і часових характеристик.
- Захист від блокування ротора: алгоритми та уставки.
- Короточасні режими роботи: допустимі перевантаження.
- Тестування та діагностика: аналіз струмів, вібрації, температура.

Тема 3.2. Методи контролю втрати фази та асиметрії струмів.

**(К14, К23, ПР02, ПР10)**

- Давачі та схеми виявлення: нульова послідовність, фазні трансформатори струму.
- Порогові значення та часові інтервали: захист від деградації.
- Вплив на двигун: нагрів, зниження моменту, вібрація.
- Комбінація з іншими захистами: блокування пуску, сигналізація.
- Практичні приклади налаштувань: для 3-ф двигунів 15–200 кВт.

Тема 3.3. Використання мікропроцесорних реле для комплексного захисту двигунів.

**(К14, К23, ПР02, ПР10)**

- Функції реле: тепловий, струмовий, диференційний, відсутність фази.
- Логування та самодіагностика: збереження подій, віддалений доступ.
- Параметри налаштування: адаптивні уставки, профілі двигуна.
- Інтеграція з SCADA: телеметрія, дистанційне керування.
- Переваги та недоліки електромеханічних реле: точність, гнучкість, діагностика.

### **Змістовий модуль 4. Захист і управління трансформаторами**

Тема 4.1. Диференційний захист трансформаторів: принципи та налаштування.

**(К14, К23, ПР02, ПР10)**

- Баланс струмів первин/вторин: компенсація коефіцієнтів трансформації.
- Зони дії та пороги: внутрішні та зовнішні КЗ.
- Фільтрація пускових струмів: алгоритми блокування при пуску.
- Вплив насичення ТСт.: корекція та захист від помилок.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019			Ф-20.10- 05.01/141.00.1/Б/ОК30- 2-2025
	Випуск 2	Зміни 1	Екземпляр № 1	Арк 33 / 8

Тема 4.2. Захист від перевантаження та внутрішніх пошкоджень.

**(К14, К23, ПР02, ПР10)**

- Термозахисти та температурні давачі: контроль нагріву обмоток.
- Газові та Buchholz-реле: виявлення внутрішніх розрядів/газоутворення.
- Захист від міжвиткових замикань: високочастотні методи.
- Моніторинг оливи та ізоляції: діагностика стану трансформатора.
- План дій при внутрішньому КЗ: відключення, ізоляція, огляд.

Тема 4.3. Автоматизоване управління трансформаторами в сучасних підстанціях.

**(К14, К23, ПР02, ПР10)**

- Реал-тайм регулювання tap-changer: дистанційне керування та логіка.
- Баланс навантаження між трансформаторами: автоматичне переключення.
- Інтеграція з IEC 61850: GOOSE для швидких команд.
- Захист від перевантаження при зміні тапів: синхронні алгоритми.
- Діагностика та прогнозування відмов: аналіз трендів температури та струмів.

## **Змістовий модуль 5. Захист генераторів**

Тема 5.1. Захист від внутрішніх пошкоджень обмоток генератора.

**(К14, К23, ПР02, ПР10)**

- Диференційний захист генератора: налаштування та чутливість.
- Захист від міжвиткових замикань: високочастотні та струмові методи.
- Захист обмотки збудження: контроль струму збудження.
- Вимірювання температури та вібрації: раннє виявлення дефектів.
- Тестування та випробування після ремонту: перевірка ізоляції.

Тема 5.2. Захист від перевантаження та втрати збудження.

**(К14, К23, ПР02, ПР10)**

- Уставки перевантаження: тривалі та короткочасні режими.
- Захист від втрати збудження: виявлення та реакція автоматики.
- Реакція на нестабільність синхронізації: відключення або перехід в інший режим.
- Взаємодія з системою автоматичного регулювання збудження.
- Практичні кейси: аварійні режими та відновлення роботи.

Тема 5.3. Системи автоматики для синхронізації генераторів з мережею.

**(К14, К23, ПР02, ПР10)**

- Критерії синхронізації: фаза, частота, напруга, послідовність фаз.
- Пристрої синхронізації: синхронізатори, контролери включення.
- Алгоритми плавного включення: обмеження струмів та механічних навантажень.
- Взаємодія з АПВ та системами резервування.
- Тестування синхронізації в полі та на стенді.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019			Ф-20.10- 05.01/141.00.1/Б/ОКЗ0- 2-2025
	Випуск 2	Зміни 1	Екземпляр № 1	Арк 33 / 9

## Змістовий модуль 6. Диференційний захист шин

Тема 6.1. Методи організації захисту шин на підстанціях.

**(К14, К23, ПР02, ПР10)**

- Диференційний захист шин: схема підключення.
- Зонування шинних секцій.
- Резервування вимикачів.
- Виявлення внутрішніх КЗ.
- Сигналізація та блокування.

Тема 6.2. Виявлення внутрішніх пошкоджень та селективність відключення.

**(К14, К23, ПР02, ПР10)**

- Порогові уставки диференціалу.
- Часова координація з фідерами.
- Вплив ТС та їх насичення.
- Алгоритми тестування в експлуатації.
- Процедури відновлення після відключення.

Тема 6.3. Практичні приклади реалізації на цифрових підстанціях.

**(К14, К23, ПР02, ПР10)**

- GOOSE для швидких команд.
- Централізоване логування подій.
- Інтеграція з SCADA.
- Кейси модернізації старих шин.
- Тестування сумісності пристроїв.

## Змістовий модуль 7. Установки АВР

Тема 7.1. Принцип роботи АВР

**(К14, К23, ПР02, ПР10)**

- Опис функції: автоматичне перемикавання на резерв при відсутності напруги на основному вводі.
- Критерії виявлення відмови: поріг напруги, тривалість провалу, частота.
- Типи реакцій: миттєве, з затримкою, адаптивне.
- Часове вікно переключення: вплив на чутливе обладнання.
- Логіка повернення на основне джерело: умови та затримки.

Тема 7.2. Типові схеми АВР

**(К14, К23, ПР02, ПР10)**

- Схема з двома вводами: основний + резерв (мережа/генератор).
- Схема з генератором: запуск ДГУ при відмові мережі та переключення.
- Схема з декількома резервами: пріоритети та послідовність.
- Ручне/автоматичне блокування: можливість ручного втручання.
- Індикація та сигналізація станів.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019			Ф-20.10- 05.01/141.00.1/Б/ОК30- 2-2025
	Випуск 2	Зміни 1	Екземпляр № 1	Арк 33 / 10

### Тема 7.3. Налаштування уставок і часових інтервалів (К14, К23, ПР02, ПР10)

- Порогові значення напруги та часу для відключення.
- Затримки перед автоматичним повторним ввімкненням (порівняння АПВ та АВР).
- Параметри для генераторів: час запуску, стабілізація напруги.
- Гістерезис для уникнення «качання» між джерелами.
- Координація з захистами трансформаторів і МСЗ.

### Тема 7.4. Інтеграція АВР з системами захисту та автоматики (К14, К23, ПР02, ПР10)

- Взаємодія з дистанційним захистом і ПРВВ (пристрій резервування відмови вимикача).
- Передача команд через IEC 61850 / GOOSE (за наявності).
- Блокування АВР при небезпечних умовах (несинхронність, аварійні режими).
- Логування подій та телеметрія в SCADA.

## МОДУЛЬ 2

### Релейний захист і автоматика ліній електропередачі та кабельних мереж

#### Змістовий модуль 8. Диференційний захист ліній електропередачі та кабельних мереж

##### Тема 8.1. Принцип роботи диференційного захисту та його селективність. (К14, К23, ПР02, ПР10)

- Баланс струмів: принцип «вхід = вихід».
- Компенсація коефіцієнтів: урахування ТСт/ТН.
- Зони дії: внутрішня/зовнішня.
- Фільтрація пускових струмів: алгоритми блокування.
- Захист при розриві зв'язку: резервні логіки.

##### Тема 8.2. Використання цифрових каналів зв'язку для диференційного захисту.

##### (К14, К23, ПР02, ПР10)

- Типи каналів: оптика, PDH, Ethernet.
- Затримки та синхронізація: вплив на селективність.
- Протоколи: GOOSE, Sampled Values.
- Захист від втрати каналу: fallback-режими.
- Кібербезпека: автентифікація та шифрування.

##### Тема 8.3. Практичні приклади застосування у високовольтних мережах. (К14, К23, ПР02, ПР10)

- Лінії 110–750 кВ: диференціал для коротких ділянок.
- Кабельні ділянки: особливості компенсації.
- Координація з дистанційним захистом.
- Кейси відмов і аналіз помилок.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019			Ф-20.10- 05.01/141.00.1/Б/ОК30- 2-2025
	Випуск 2	Зміни 1	Екземпляр № 1	Арк 33 / 11

## Змістовий модуль 9. Дистанційний релейний захист і автоматика

Тема 9.1. Принцип дії дистанційного захисту та його зони.

**(К14, К23, ПР02, ПР10)**

- Імпедансні методи: перша/друга зона.
- Зонування лінії: налаштування меж.
- Вплив параметрів лінії: довжина, R/X.
- Режими роботи при багатозонності.
- Захист від перекриття зон.

Тема 9.2. Алгоритми роботи автоматики при міжфазних та однофазних КЗ.

**(К14, К23, ПР02, ПР10)**

- Виявлення типу КЗ: міжфазні/земляні.
- Корекція уставок: для неоднорідних ділянок.
- Блокування при зовнішніх КЗ.
- Взаємодія з АПВ.
- Логіка селективного відключення.

Тема 9.3. Сучасні мікропроцесорні реалізації дистанційного захисту.

**(К14, К23, ПР02, ПР10)**

- Функціональні блоки: вимір, логіка, комунікація.
- Цифрова фільтрація та адаптація.
- Інтерфейси SCADA/IEC 61850.
- Діагностика та самотестування.

## Змістовий модуль 10. Релейний захист по напрузі та частоті

Тема 10.1. Захист від зниження та підвищення напруги.

**(К14, К23, ПР02, ПР10)**

- Порогові значення і гістерезис.
- Часові інтервали відключення.
- Взаємодія з регуляторами напруги.
- Захист від тривалих провалів.
- Логування і статистика подій.

Тема 10.2. Захист від відхилення частоти в енергосистемах.

**(К14, К23, ПР02, ПР10)**

- Порогові уставки для генераторів і шини.
- Автоматичні заходи: відключення/переключення.
- Взаємодія з системами балансування.
- Режими при частотних коливаннях.
- Практичні налаштування для локальних мереж.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019			Ф-20.10- 05.01/141.00.1/Б/ОКЗ0- 2-2025
	Випуск 2	Зміни 1	Екземпляр № 1	Арк 33 / 12

Тема 10.3. Використання захисту по напрузі та частоті для запобігання аваріям.

**(К14, К23, ПР02, ПР10)**

- Комбінація порогів для раннього реагування.
- Інтеграція з АПВ та резервуванням.
- Сценарії відключення критичних навантажень.
- Моніторинг трендів і прогнозування.
- Кейси запобігання розповсюдженню аварій.

**Змістовий модуль 11. АПВ (Автоматичне повторне ввімкнення) і контроль синхронізму**

Тема 11.1. Принцип роботи АПВ.

**(К14, К23, ПР02, ПР10)**

- Типи АПВ: одно- та багатократне.
- Критерії дозволу: напруга, фаза, частота.
- Часові інтервали і затримки.
- Блокування при небезпечних умовах.
- Логування спроб ввімкнення.

Тема 11.2. Контроль синхронізму при включенні ліній і генераторів.

**(К14, К23, ПР02, ПР10)**

- Критерії синхронізації: фаза, частота, напруга.
- Пристрої синхронізації.
- Автоматичні синхронізатори.
- Захист від асинхронного включення.

Тема 11.3. Практичні приклади застосування АПВ у магістральних мережах.

**(К14, К23, ПР02, ПР10)**

- АПВ на міжпідстанційних лініях.
- Ризики повторних ввімкнень.
- Координація з дистанційним захистом.
- Кейси аварій та аналіз наслідків.

**Змістовий модуль 12. ПРВВ (пристрій резервування відмови вимикача)**

Тема 12.1. Принцип роботи ПРВВ та його роль у надійності системи.

**(К14, К23, ПР02, ПР10)**

- Виявлення відмови вимикача.
- Логіка резервного відключення.
- Часові інтервали резервування.
- Взаємодія з дистанційним захистом.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019			Ф-20.10- 05.01/141.00.1/Б/ОК30- 2-2025
	Випуск 2	Зміни 1	Екземпляр № 1	Арк 33 / 13

Тема 12.2. Алгоритми резервування при відмові вимикача.  
**(К14, К23, ПР02, ПР10)**

- Послідовність команд резерву.
- Блокування помилкових спрацювань.
- Комунікаційні вимоги.
- Відновлення після спрацювання.
- Кейси відмов і аналіз.

Тема 12.3. Практичні приклади застосування на підстанціях.  
**(К14, К23, ПР02, ПР10)**

- Резервування в розподільчих схемах.
- Використання ПРВВ при модернізації.

### **Змістовий модуль 13. Цифрова підстанція - МЕК 61850**

Тема 13.1. Архітектура цифрової підстанції та протокол IEC 61850.  
**(К14, К23, ПР02, ПР10)**

- IED, MMS, GOOSE, SV.
- Модель даних SCL.
- Переваги швидких повідомлень.
- Топології мережі.
- Сумісність та стандартизація.

Тема 13.2. Інтеграція релейного захисту та автоматики у цифрові системи.  
**(К14, К23, ПР02, ПР10)**

- GOOSE для команд захисту.
- Sampled Values для вимірів.
- SCADA/EMS інтеграція.
- Кібербезпека та резервування.
- Міграція старих систем.

Тема 13.3. Практичні приклади впровадження IEC 61850 в Україні та світі.

**(К14, К23, ПР02, ПР10)**

- Модернізація підстанцій.
- Кейси в Україні та ЄС.
- Проблеми сумісності.
- Тестування та сертифікація.
- Економічні та експлуатаційні вигоди.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019			Ф-20.10- 05.01/141.00.1/Б/ОКЗ0- 2-2025
	Випуск 2	Зміни 1	Екземпляр № 1	Арк 33 / 14

#### 4. Структура (тематичний план) навчальної дисципліни

Змістові модулі і теми	Кількість годин							
	денна форма				заочна форма			
	усього	лекції	лабораторні роботи	самостійна робота	усього	лекції	лабораторні роботи	самостійна робота

#### МОДУЛЬ 1

##### Релейний захист і автоматика локальних мереж та електроустановок

Змістовий модуль 1. Максимальний струмовий захист								
Тема 1.1. Принцип дії максимального струмового захисту та його селективність.	2	1	-	1	-	-	-	-
Тема 1.2. Розрахунок уставок струмових реле для трансформаторів і кабельних ліній.	2	1	-	1	-	-	-	-
Тема 1.3. Практичні приклади застосування МСЗ у розподільчих мережах 0,4–10 кВ.	3	1	-	2	-	-	-	-
<b>Разом за змістовий модуль 1</b>	<b>7</b>	<b>3</b>	<b>-</b>	<b>4</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>

Лабораторний практикум №1. Дослідження трансформаторів струму та реле струму.	6	-	4	2	-	-	-	-
---	---	---	---	---	---	---	---	---

Змістовий модуль 2. Дуговий захист								
Тема 2.1. Методи виявлення дугових замикань у низьковольтних мережах.	2	1	-	1	-	-	-	-
Тема 2.2. Сучасні пристрої дугового захисту та їх інтеграція в системи автоматики.	2	1	-	1	-	-	-	-
Тема 2.3. Аналіз аварійних випадків, спричинених дуговими замиканнями.	3	1	-	2	-	-	-	-
<b>Разом за змістовий модуль 2</b>	<b>7</b>	<b>3</b>	<b>-</b>	<b>4</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>

Змістовий модуль 3. Захист двигуна								
Тема 3.1. Захист від перевантаження та короткого замикання електродвигунів.	2	1	-	1	-	-	-	-
Тема 3.2. Методи контролю втрати фази та асиметрії струмів.	2	1	-	1	-	-	-	-
Тема 3.3. Використання мікропроцесорних реле для комплексного захисту двигунів.	3	1	-	2	-	-	-	-
<b>Разом за змістовий модуль 3</b>	<b>7</b>	<b>3</b>	<b>-</b>	<b>4</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>

Лабораторний практикум №2. Дослідження схем релейного захисту двигунів.	6	-	4	2	-	-	-	-
---	---	---	---	---	---	---	---	---

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019			Ф-20.10- 05.01/141.00.1/Б/ОК30- 2-2025	
	Випуск 2	Зміни 1	Екземпляр № 1	Арк 33 / 15	

#### Змістовий модуль 4. Захист і управління трансформаторами

Тема 4.1. Диференційний захист трансформаторів: принципи та налаштування.	2	1	-	1	-	-	-	-
Тема 4.2. Захист від перевантаження та внутрішніх пошкоджень.	2	1	-	1	-	-	-	-
Тема 4.3. Автоматизоване управління трансформаторами в сучасних підстанціях.	3	1	-	2	-	-	-	-
<b>Разом за змістовий модуль 4</b>	<b>7</b>	<b>3</b>	<b>-</b>	<b>4</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>

#### Змістовий модуль 5. Захист генераторів

Тема 5.1. Захист від внутрішніх пошкоджень обмоток генератора.	2	1	-	1	-	-	-	-
Тема 5.2. Захист від перевантаження та втрати збудження.	2	1	-	1	-	-	-	-
Тема 5.3. Системи автоматики для синхронізації генераторів з мережею.	3	1	-	2	-	-	-	-
<b>Разом за змістовий модуль 5</b>	<b>7</b>	<b>3</b>	<b>-</b>	<b>4</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>

Лабораторний практикум №3. Дослідження мікропроцесорного пристроїв захисту двигуна.	6	-	4	2	-	-	-	-
---	---	---	---	---	---	---	---	---

#### Змістовий модуль 6. Диференційний захист шин

Тема 6.1. Методи організації захисту шин на підстанціях.	2	1	-	1	-	-	-	-
Тема 6.2. Виявлення внутрішніх пошкоджень та селективність відключення.	2	1	-	1	-	-	-	-
Тема 6.3. Практичні приклади реалізації на цифрових підстанціях.	3	1	-	2	-	-	-	-
<b>Разом за змістовий модуль 6</b>	<b>7</b>	<b>3</b>	<b>-</b>	<b>4</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>

#### Змістовий модуль 7. Установки АВР

Тема 7.1. Принцип роботи АВР.	3	1	-	1	-	-	-	-
Тема 7.2. Типові схеми АВР.			-	1	-	-	-	-
Тема 7.3. Налаштування уставок і часових інтервалів.	2	1	-	1	-	-	-	-
Тема 7.4. Інтеграція АВР з системами захисту та автоматики.	2	1	-	1	-	-	-	-
<b>Разом за змістовий модуль 7</b>	<b>7</b>	<b>3</b>	<b>-</b>	<b>4</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>

Лабораторний практикум № 4. Дослідження схем автоматичного введення резерву.	6	-	3	2	-	-	-	-
Модульний контроль 1		-	1	-	-	-	-	-

<b>Разом за МОДУЛЬ 1</b>	<b>73</b>	<b>21</b>	<b>16</b>	<b>36</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
--------------------------	-----------	-----------	-----------	-----------	----------	----------	----------	----------

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019			Ф-20.10- 05.01/141.00.1/Б/ОК30- 2-2025	
	Випуск 2	Зміни 1	Екземпляр № 1	Арк 33 / 16	

## МОДУЛЬ 2

### Релейний захист і автоматика ліній електропередачі та кабельних мереж

<b>Змістовий модуль 8. Диференційний захист ліній електропередачі та кабельних мереж</b>								
Тема 8.1. Принцип роботи диференційного захисту та його селективність.	2	1	-	1	-	-	-	-
Тема 8.2. Використання цифрових каналів зв'язку для диференційного захисту.	2	1	-	1	-	-	-	-
Тема 8.3. Практичні приклади застосування у високовольтних мережах.	3	1	-	2	-	-	-	-
<b>Разом за змістовий модуль 8</b>	<b>7</b>	<b>3</b>	<b>-</b>	<b>4</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>

<b>Змістовий модуль 9. Дистанційний релейний захист і автоматика</b>								
Тема 9.1. Принцип дії дистанційного захисту та його зони.	2	1	-	1	-	-	-	-
Тема 9.2. Алгоритми роботи автоматики при міжфазних та однофазних КЗ.	2	1	-	1	-	-	-	-
Тема 9.3. Сучасні мікропроцесорні реалізації дистанційного захисту.	3	1	-	2	-	-	-	-
<b>Разом за змістовий модуль 9</b>	<b>7</b>	<b>3</b>	<b>-</b>	<b>4</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>

Лабораторний практикум № 5. Дослідження мікропроцесорного пристрою релейного захисту по частоті.	6	-	4	2	-	-	-	-
--	---	---	---	---	---	---	---	---

<b>Змістовий модуль 10. Релейний захист по напрузі та частоті</b>								
Тема 10.1. Захист від зниження та підвищення напруги.	2	1	-	1	-	-	-	-
Тема 10.2. Захист від відхилення частоти в енергосистемах.	2	1	-	1	-	-	-	-
Тема 10.3. Використання захисту по напрузі та частоті для запобігання аваріям.	3	1	-	2	-	-	-	-
<b>Разом за змістовий модуль 10</b>	<b>7</b>	<b>3</b>	<b>-</b>	<b>4</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>

Лабораторний практикум № 6. Складання схем релейного захисту мережі за допомогою симуляційного програмного забезпечення.	6	-	4	2	-	-	-	-
--	---	---	---	---	---	---	---	---

<b>Змістовий модуль 11. АПВ (Автоматичне повторне ввімкнення) і контроль синхронізма</b>								
Тема 11.1. Принцип роботи АПВ.	3	2	-	1	-	-	-	-
Тема 11.2. Контроль синхронізму при включенні ліній і генераторів.	3	2	-	1	-	-	-	-
Тема 11.3. Практичні приклади застосування АПВ у магістральних мережах.	4	2	-	2	-	-	-	-
<b>Разом за змістовий модуль 11</b>	<b>10</b>	<b>6</b>	<b>-</b>	<b>4</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019			Ф-20.10- 05.01/141.00.1/Б/ОКЗ0- 2-2025	
	Випуск 2	Зміни 1	Екземпляр № 1	Арк 33 / 17	

### Змістовий модуль 12. ПРВВ (пристрій резервування відмови вимикача)

Тема 12.1. Принцип роботи ПРВВ та його роль у надійності системи.	3	2	-	1	-	-	-	-
Тема 12.2. Алгоритми резервування при відмові вимикача.	3	2	-	1	-	-	-	-
Тема 12.3. Практичні приклади застосування на підстанціях.	4	2	-	2	-	-	-	-
<b>Разом за змістовий модуль 12</b>	<b>10</b>	<b>6</b>	<b>-</b>	<b>4</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>

Лабораторний практикум № 7. Дослідження мікропроцесорного пристрою комплексного релейного захисту. Частина 1.	7	-	4	3	-	-	-	-
---	---	---	---	---	---	---	---	---

### Змістовий модуль 13. Цифрова підстанція - МЕК 61850

Тема 13.1. Архітектура цифрової підстанції та протокол ІЕС 61850.	3	2	-	1	-	-	-	-
Тема 13.2. Інтеграція релейного захисту та автоматики у цифрові системи.	3	2	-	1	-	-	-	-
Тема 13.3. Практичні приклади впровадження ІЕС 61850 в Україні та світі.	4	2	-	2	-	-	-	-
<b>Разом за змістовий модуль 13</b>	<b>10</b>	<b>6</b>	<b>-</b>	<b>4</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>

Лабораторний практикум № 8. Дослідження мікропроцесорного пристрою комплексного релейного захисту. Частина 2.	7	-	3	3	-	-	-	-
Модульний контроль 2		-	1	-	-	-	-	-

<b>Разом за МОДУЛЬ 2</b>	<b>77</b>	<b>27</b>	<b>16</b>	<b>34</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
--------------------------	-----------	-----------	-----------	-----------	----------	----------	----------	----------

<b>РАЗОМ</b>	<b>150</b>	<b>48</b>	<b>32</b>	<b>70</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
--------------	------------	-----------	-----------	-----------	----------	----------	----------	----------

## 5. Теми лабораторних занять

№	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма

### МОДУЛЬ 1

#### Релейний захист і автоматика ліній електропередачі та кабельних мереж

1.	Дослідження трансформаторів струму та реле струму.	4	-
2.	Дослідження схем релейного захисту двигунів.	4	-
3.	Дослідження пристроїв захисту двигуна.	4	-
4.	Дослідження схем автоматичного введення резерву.	3	-
	Модульний контроль 1	1	-
	<b>Разом за МОДУЛЬ 1</b>	<b>16</b>	<b>-</b>

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019			Ф-20.10- 05.01/141.00.1/Б/ОКЗ0- 2-2025
	Випуск 2	Зміни 1	Екземпляр № 1	Арк 33 / 18

## МОДУЛЬ 2

### Релейний захист і автоматика локальних мереж та електроустановок

5.	Дослідження мікропроцесорного пристрою релейного захисту по частоті	4	-
6.	Складання схем релейного захисту мережі за допомогою симуляційного програмного забезпечення	4	-
7.	Дослідження мікропроцесорного пристрою комплексного релейного захисту. Частина 1.	4	-
8.	Дослідження мікропроцесорного пристрою комплексного релейного захисту. Частина 2.	3	-
	Модульний контроль 2	1	-
	<b>Разом за МОДУЛЬ 2</b>	16	-
	<b>РАЗОМ</b>	32	-

## 6. Завдання для самостійної роботи

№	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
	<b>МОДУЛЬ 1 Релейний захист і автоматика ліній електропередачі та кабельних мереж</b>		
	<b>Змістовий модуль 1. Максимальний струмовий захист</b>		
	<b>Тема 1.1. Принцип дії максимального струмового захисту та його селективність</b>		
1.	Теоретичне: Охарактеризуйте часово-струмові характеристики інверсного та неінверсного МСЗ; поясніть, як вибір характеристики впливає на селективність у розподільчій мережі. Практичне: Для схеми з трьома ступенями захисту (фідер — секція — трансформатор) складіть таблицю уставок і часових затримок, що забезпечують селективність при заданих $I_{ном}$ кожного ступеня.	1	-
	<b>Тема 1.2. Розрахунок уставок струмових реле для трансформаторів і кабельних ліній</b>		
2.	- Теоретичне: Опишіть методику визначення уставки МСЗ для кабелю з урахуванням теплового обмеження та допустимої тривалості перевантаження. - Практичне: Розрахуйте уставку струмового реле для трансформатора 1000 кВА 10/0,4 кВ, якщо $I_{ном\_НН}=1440$ А, пусковий струм двигуна на шині — $6I_n$ . Поясніть вибір кратності уставки.	1	-
	<b>Тема 1.3. Практичні приклади застосування МСЗ у розподільчих мережах 0,4–10 кВ</b>		
3.	- Теоретичне: Проаналізуйте переваги та недоліки одно- і багатоступеневих схем МСЗ у мережах 0,4–10 кВ.	2	-

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019			Ф-20.10- 05.01/141.00.1/Б/ОК30- 2-2025
	Випуск 2	Зміни 1	Екземпляр № 1	Арк 33 / 19

	- Практичне: Наведіть два приклади (житловий будинок, промисловий цех) і запропонуйте конкретні уставки та типи автоматів для фідерів, обґрунтуйте вибір.		
4.	Виконання звіту про лабораторну роботу №1	2	-
	<b>Змістовий модуль 2. Дуговий захист</b>		
	<b>Тема 2.1. Методи виявлення дугових замикань у низьковольтних мережах</b>		
5.	- Теоретичне: Порівняйте оптичні, акустичні та струмові методи детекції дуги за чутливістю та ймовірністю хибних спрацьовувань. - Практичне: Розробіть алгоритм детекції дуги для щитка житлового будинку, вкажіть пороги та часові інтервали для мінімізації хибних спрацьовувань.	1	-
	<b>Тема 2.2. Сучасні пристрої дугового захисту та їх інтеграція в системи автоматики</b>		
6.	- Теоретичне: Охарактеризуйте функціональні блоки сучасного AFD-пристрою і опишіть інтерфейси для інтеграції в підстанцію з ІЕС 61850. - Практичне: Складіть схему підключення AFD-модуля до мікропроцесорного реле та SCADA; опишіть логіку блокування і сигналізації.	1	-
	<b>Тема 2.3. Аналіз аварійних випадків, спричинених дуговими замиканнями</b>		
7.	- Теоретичне: Перерахуйте основні етапи розслідування дугового інциденту та які дані необхідно зібрати для аналізу причин. - Практичне: Розгляньте умовний випадок: дуга в розподільчому щиті призвела до пожежі; складіть звіт (короткий) з аналізом причин, наслідків і заходів запобігання.	2	-
	<b>Змістовий модуль 3. Захист двигуна</b>		
	<b>Тема 3.1. Захист від перевантаження та короткого замикання електродвигунів</b>		
8.	- Теоретичне: Описати принцип дії теплового захисту та MPCB; пояснити, як враховуються пускові струми при налаштуванні. - Практичне: Для асинхронного двигуна 55 кВт з $I_n=100$ А і пусковим струмом $6I_n$ запропонуйте уставки теплового та струмового захистів і обґрунтуйте їх.	1	-
	<b>Тема 3.2. Методи контролю втрати фази та асиметрії струмів</b>		
9.	- Теоретичне: Поясніть принципи виявлення відсутності фази та нульової послідовності; наведіть типові пороги. - Практичне: Розробіть схему захисту двигуна від втрати фази з використанням ТС; змодельуйте (описово) реакцію при зникненні однієї фази.	1	-
	<b>Тема 3.3. Використання мікропроцесорних реле для комплексного захисту двигунів</b>		
10.	- Теоретичне: Перерахуйте функції сучасного мікропроцесорного реле для двигуна і поясніть переваги логуювання подій. - Практичне: Складіть конфігурацію реле для двигуна 200 кВт: вибір уставок, профілів пуску, логіка блокувань; опишіть процедуру тестування.	2	-
11.	Виконання звіту про лабораторну роботу №2	2	-

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019			Ф-20.10-05.01/141.00.1/Б/ОКЗ0-2-2025
	Випуск 2	Зміни 1	Екземпляр № 1	Арк 33 / 20

	<b>Тема 4.1. Диференційний захист трансформаторів: принципи та налаштування</b>		
12.	- Теоретичне: Поясніть принцип роботи диференційного захисту з урахуванням коефіцієнта трансформації та фазового зсуву. - Практичне: Для трансформатора 10/0,4 кВ складіть приклад розрахунку порогу диференціалу з урахуванням похибок ТС і пускових струмів.	1	-
	<b>Тема 4.2. Захист від перевантаження та внутрішніх пошкоджень</b>		
13.	- Теоретичне: Охарактеризуйте роль Buchholz-реле, газових давачів та температурних сенсорів у виявленні внутрішніх дефектів. - Практичне: Розробіть план дій автоматики та персоналу при спрацюванні Buchholz-реле: відключення, сигналізація, перевірка.	1	-
	<b>Тема 4.3. Автоматизоване управління трансформаторами в сучасних підстанціях</b>		
14.	- Теоретичне: Опишіть принцип дистанційного керування tap-changer та вимоги до логіки перемикачів. - Практичне: Складіть алгоритм автоматичного балансування навантаження між двома трансформаторами з урахуванням обмежень по температурі і часу.	2	-
	<b>Змістовий модуль 5. Захист генераторів</b>		
	<b>Тема 5.1. Захист від внутрішніх пошкоджень обмоток генератора</b>		
15.	- Теоретичне: Охарактеризуйте диференційний захист генератора та методи виявлення міжвиткових замикань. - Практичне: Для генератора 5 МВт запропонуйте уставки диференційного захисту та опишіть процедуру стендових випробувань.	1	-
	<b>Тема 5.2. Захист від перевантаження та втрати збудження</b>		
16.	- Теоретичне: Поясніть механізми виявлення втрати збудження і можливі автоматичні реакції системи. - Практичне: Розробіть алгоритм дій автоматики при виявленні втрати збудження під час синхронної роботи з мережею.	1	-
	<b>Тема 5.3. Системи автоматики для синхронізації генераторів з мережею</b>		
17.	- Теоретичне: Перерахуйте критерії синхронізації (фаза, частота, напруга) і поясніть їх значення. - Практичне: Описово змодельуйте процедуру автоматичного синхронізатора при включенні резервного генератора на підстанції.	2	-
18.	Виконання звіту про лабораторну роботу №3	2	-
	<b>Змістовий модуль 6. Диференційний захист шин</b>		
	<b>Тема 6.1. Методи організації захисту шин на підстанціях</b>		
19.	- Теоретичне: Охарактеризуйте схеми диференційного захисту шин і вимоги до розміщення ТС. - Практичне: Розробіть схему захисту для трисекційної шини з секціонуванням; вкажіть уставки та логіку відключення.	1	-
	<b>Тема 6.2. Виявлення внутрішніх пошкоджень та селективність відключення</b>		
20.	- Теоретичне: Поясніть, як встановлюються пороги диференціалу для уникнення хибних спрацювань при зовнішніх КЗ.	1	-

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019			Ф-20.10-05.01/141.00.1/Б/ОК30-2-2025
	Випуск 2	Зміни 1	Екземпляр № 1	Арк 33 / 21

	- Практичне: Наведіть приклад тестування диференційного захисту шин у польових умовах: сценарії, очікувані реакції, протокол випробувань.		
	<b>Тема 6.3. Практичні приклади реалізації на цифрових підстанціях</b>		
21.	- Теоретичне: Опишіть переваги використання GOOSE-повідомлень для швидкого відключення шин. - Практичне: Складіть план модернізації старої шинної схеми на цифрову з ІЕС 61850: етапи, ризики, тестування.	2	-
	<b>Змістовий модуль 7. Установки АВР</b>		
	<b>Тема 7.1. Принцип роботи АВР</b>		
22.	- Теоретичне: Охарактеризуйте логіку виявлення відмови вводу та критерії переключення на резерв. - Практичне: Розробіть часову діаграму роботи АВР при відключенні основного вводу з урахуванням запуску ДГУ (дизель-генераторна установка).	1	-
	<b>Тема 7.2. Типові схеми АВР</b>		
23.	- Теоретичне: Порівняйте схеми «мережа↔мережа», «мережа↔генератор», «мережа↔UPS» за перевагами та обмеженнями. - Практичне: Складіть електричну схему АВР для невеликого підприємства з пріоритетом живлення холодильного обладнання.	1	-
	<b>Тема 7.3. Налаштування уставок і часових інтервалів</b>		
24.	- Теоретичне: Поясніть роль гістерезису та затримок у запобіганні «качанню» між джерелами. - Практичне: Для системи з ДГУ визначте оптимальні затримки: час запуску ДГУ (дизель-генераторна установка), час стабілізації напруги, затримка перед переключенням.	1	-
	<b>Тема 7.4. Інтеграція АВР з системами захисту та автоматики</b>		
25.	- Теоретичне: Опишіть вимоги до взаємодії АВР з МСЗ, ПРВВ та дистанційним захистом. - Практичне: Складіть алгоритм блокувань АВР при виявленні небезпечних умов (несинхронність, аварійна частота).	1	-
26.	Виконання звіту про лабораторну роботу №4	2	-
	<b>Разом за МОДУЛЬ 1</b>	<b>36</b>	<b>-</b>
	<b>МОДУЛЬ 2 Релейний захист і автоматика локальних мереж та електроустановок</b>		
	<b>Змістовий модуль 8. Диференційний захист ліній електропередачі та кабельних мереж</b>		
	<b>Тема 8.1. Принцип роботи диференційного захисту та його селективність</b>		
27.	- Теоретичне: Поясніть принцип «вхід = вихід» для лінії та фактори, що впливають на чутливість захисту. - Практичне: Розрахуйте поріг спрацювання диференційного захисту для короткої міжпідстанційної ділянки з відомими ТСт.	1	-
	<b>Тема 8.2. Використання цифрових каналів зв'язку для диференційного захисту</b>		
28.	- Теоретичне: Охарактеризуйте вплив затримок і джиттера в каналі зв'язку на роботу диференціалу. - Практичне: Розробіть fallback-сценарій для випадку втрати зв'язку між кінцями лінії, вкажіть логіку резервного захисту.	1	-

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019			Ф-20.10-05.01/141.00.1/Б/ОК30-2-2025
	Випуск 2	Зміни 1	Екземпляр № 1	Арк 33 / 22

	<b>Тема 8.3. Практичні приклади застосування у високовольтних мережах</b>		
29.	- Теоретичне: Проаналізуйте, коли доцільно застосовувати диференційний захист на ВВ лініях (короткі ділянки, кабелі). - Практичне: Наведіть приклад впровадження диференціалу на 110 кВ ділянці: вимоги до ТСт, каналів зв'язку, тестування.	2	-
	<b>Змістовий модуль 9. Дистанційний релейний захист і автоматика</b>		
	<b>Тема 9.1. Принцип дії дистанційного захисту та його зони</b>		
30.	- Теоретичне: Описати принцип імпульсного захисту та визначення зон 1–3. - Практичне: Для лінії довжиною 120 км з відомими R/X розрахуйте межі зон захисту (приблизно) і запропонуйте уставки.	1	-
	<b>Тема 9.2. Алгоритми роботи автоматики при міжфазних та однофазних КЗ</b>		
31.	- Теоретичне: Поясніть відмінності в алгоритмах для міжфазних і однофазних (земляних) КЗ. - Практичне: Складіть логіку відключення для однофазного КЗ з урахуванням компенсації нульової послідовності.	1	-
	<b>Тема 9.3. Сучасні мікропроцесорні реалізації дистанційного захисту</b>		
32.	- Теоретичне: Перерахуйте основні функціональні блоки сучасного дистанційного реле і їх призначення. - Практичне: Описово налаштуйте реле для лінії 35 кВ: вибір фільтрів, часових інтервалів, інтерфейсів зв'язку.	2	-
33.	Виконання звіту про лабораторну роботу №5	2	-
	<b>Змістовий модуль 10. Релейний захист по напрузі та частоті</b>		
	<b>Тема 10.1. Захист від зниження та підвищення напруги</b>		
34.	- Теоретичне: Охарактеризуйте пороги, гістерезис і часові інтервали для захисту по напрузі. - Практичне: Розробіть схему відключення некритичних навантажень при тривалому зниженні напруги на підстанції.	1	-
	<b>Тема 10.2. Захист від відхилення частоти в енергосистемах</b>		
35.	- Теоретичне: Поясніть механізми автоматичного відключення при низькій/високій частоті та їх роль у стабілізації системи. - Практичне: Складіть план дій автоматики при раптовому падінні частоти на 1,5 Гц: послідовність відключень і повідомлень.	1	-
	<b>Тема 10.3. Використання захисту по напрузі та частоті для запобігання аваріям</b>		
36.	- Теоретичне: Проаналізуйте, як комбіновані пороги напруги і частоти можуть запобігти каскадним відключенням. - Практичне: Наведіть сценарій, де захист по напрузі/частоті запобіг аварії; опишіть налаштування, які це забезпечили.	2	-
37.	Виконання звіту про лабораторну роботу №6	2	-
	<b>Змістовий модуль 11. АПВ і контроль синхронізму</b>		
	<b>Тема 11.1. Принцип роботи АПВ</b>		
38.	- Теоретичне: Описати типи АПВ (одно-, дво- та багатократне) і критерії дозволу на повторне ввімкнення.	1	-

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019			Ф-20.10-05.01/141.00.1/Б/ОКЗ0-2-2025
	Випуск 2	Зміни 1	Екземпляр № 1	Арк 33 / 23

	- Практичне: Розробіть часову схему АПВ для повітряної лінії 35 кВ з трьома спробами ввімкнення та блокуванням при невдалих спробах.		
	<b>Тема 11.2. Контроль синхронізму при включенні ліній і генераторів</b>		
39.	- Теоретичне: Поясніть критерії синхронізації і методи їх контролю (різниця фаз, частота, напруга). - Практичне: Складіть алгоритм автоматичного синхронізатора для включення резервного генератора на підстанції.	1	-
	<b>Тема 11.3. Практичні приклади застосування АПВ у магістральних мережах</b>		
40.	- Теоретичне: Проаналізуйте ризики повторних ввімкнень у довгих магістральних лініях. - Практичне: Наведіть кейс аварії на магістральній лінії і запропонуйте налаштування АПВ, що мінімізують ризики.	2	-
	<b>Змістовий модуль 12. ПРВВ (пристрій резервування відмови вимикача)</b>		
	<b>Тема 12.1. Принцип роботи ПРВВ та його роль у надійності системи</b>		
41.	- Теоретичне: Описати логіку виявлення відмови вимикача та принципи резервного відключення. - Практичне: Складіть послідовність команд ПРВВ для схеми з двома вимикачами на фідері при відмові одного з них.	1	-
	<b>Тема 12.2. Алгоритми резервування при відмові вимикача</b>		
42.	- Теоретичне: Поясніть часові інтервали та блокування, що запобігають каскадуванню при резервуванні. - Практичне: Розробіть алгоритм резервування для підстанції з кількома фідерами, вкажіть критерії активації.	1	-
	<b>Тема 12.3. Практичні приклади застосування на підстанціях</b>		
43.	- Теоретичне: Проаналізуйте переваги ПРВВ у схемах з обмеженим доступом до оперативного персоналу. - Практичне: Наведіть приклад модернізації підстанції з впровадженням ПРВВ: етапи, тестування, очікувані вигоди.	2	-
44.	Виконання звіту про лабораторну роботу №7	3	-
	<b>Змістовий модуль 13. Цифрова підстанція — МЕК 61850</b>		
	<b>Тема 13.1. Архітектура цифрової підстанції та протокол IEC 61850</b>		
45.	- Теоретичне: Описати основні компоненти архітектури IEC 61850 (IED, GOOSE, SV, MMS) і їх роль. - Практичне: Складіть план впровадження IEC 61850 на невеликій підстанції: етапи, вимоги до мережі, тестування.	1	-
	<b>Тема 13.2. Інтеграція релейного захисту та автоматики у цифрові системи</b>		
46.	- Теоретичне: Поясніть, як GOOSE і Sampled Values використовуються для швидкої взаємодії захистів. - Практичне: Розробіть схему обміну GOOSE-повідомленнями між диференційним захистом трансформатора і захистом шин; опишіть тестування.	1	-
	<b>Тема 13.3. Практичні приклади впровадження IEC 61850 в Україні та світі</b>		

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019			Ф-20.10- 05.01/141.00.1/Б/ОК30- 2-2025	
	Випуск 2	Зміни 1	Екземпляр № 1	Арк 33 / 24	
47.	- Теоретичне: Проаналізуйте ключові переваги та проблеми при міграції на ІЕС 61850. - Практичне: Підготуйте короткий кейс-звіт про уявну модернізацію підстанції з оцінкою витрат і вигоди.			2	-
48.	Виконання звіту про лабораторну роботу №8			3	-
	<b>Разом за МОДУЛЬ 2</b>			<b>34</b>	
	<b>РАЗОМ</b>			<b>70</b>	-

## 7. Індивідуальні завдання

Можливе виконання додаткового індивідуального завдання в межах кожної лабораторної роботи понад основні завдання, які викладені у методичних вказівках.

Можливе виконання додаткового індивідуального завдання за бажанням студента та за умови погодження з викладачем за такими напрямками:

- створення нових засобів (систем) релейного захисту,
- удосконалення характеристик або конструкції існуючих засобів відображення інформації,
- удосконалення існуючих систем релейного захисту на основі сучасних технологій автоматизації,
- розв'язання задач релейного захисту на основі програмних та апаратних засобів не передбачених цією робочою програмою дисципліни.

За результатами виконання індивідуального завдання можлива корекція кінцевої оцінки з дисципліни.

Список можливих тем для індивідуальних завдань:

№ з/п	Назва теми
1.	<b>Змістовий модуль 1. Максимальний струмовий захист</b> <b>Завдання:</b> Підготуйте письмовий звіт з поясненням принципу дії МСЗ і розробіть координовану таблицю уставок для трьохступеневої схеми захисту фідера, вказавши обґрунтування вибору кратностей і часових затримок.
2.	<b>Змістовий модуль 2. Дуговий захист</b> <b>Завдання:</b> Виконайте аналіз існуючого щита (описово) і запропонуйте проєкт системи дугового захисту: вибір давачів, порогів, логіки відключення та план тестування; оформіть у вигляді технічного звіту.
3.	<b>Змістовий модуль 3. Захист двигуна</b> <b>Завдання:</b> Для заданого асинхронного двигуна (вказіть номінал) розрахуйте уставки теплового та струмового захистів, складіть часову діаграму пуску і опишіть алгоритм дій при втраті фази; оформіть розрахунки та висновки.
4.	<b>Змістовий модуль 4. Захист і управління трансформаторами</b> <b>Завдання:</b> Підготуйте розрахунок порогу диференційного захисту для трансформатора

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019			Ф-20.10- 05.01/141.00.1/Б/ОКЗ0- 2-2025
	Випуск 2	Зміни 1	Екземпляр № 1	Арк 33 / 25

	10/0,4 кВ з урахуванням похибок ТС і пускових струмів; додайте коротку інструкцію з тестування налаштованого захисту.
5.	<b>Змістовий модуль 5. Захист генераторів</b> <b>Завдання:</b> Складіть технічну записку з описом набору захистів для генератора 5 МВт: диференційний, від втрати збудження, температурний моніторинг; обґрунтуйте уставки та послідовність дій автоматики при спрацюванні.
6.	<b>Змістовий модуль 6. Диференційний захист шин</b> <b>Завдання:</b> Розробіть схему диференційного захисту для трисекційної шини підстанції, вкажіть розташування ТСт, пороги диференціалу та логіку секціонування; підготуйте протокол випробувань.
7.	<b>Змістовий модуль 7. Установки АВР</b> <b>Завдання:</b> Оформіть проект АВР для невеликого підприємства: вибір схеми (мережа/генератор/UPS), часові уставки, гістерезис, логіка блокувань; додайте часову діаграму роботи при відключенні основного вводу.
8.	<b>Змістовий модуль 8. Диференційний захист ліній та кабелів</b> <b>Завдання:</b> Підготуйте аналітичний звіт про доцільність застосування диференційного захисту на конкретній міжпідстанційній ділянці: вимоги до ТС, канали зв'язку, очікувана чутливість і ризику.
9.	<b>Змістовий модуль 9. Дистанційний релейний захист і автоматика</b> <b>Завдання:</b> Для лінії 110 кВ довжиною 80 км розрахуйте приблизні межі зон дистанційного захисту (з урахуванням R/X) і запропонуйте уставки для зон 1–3; оформіть розрахунки та короткі висновки.
10.	<b>Змістовий модуль 10. Релейний захист по напрузі та частоті</b> <b>Завдання:</b> Розробіть алгоритм відключення некритичних навантажень на підстанції при тривалому зниженні напруги і одночасному падінні частоти; опишіть пороги, часові інтервали та взаємодію з іншими захистами.
11.	<b>Змістовий модуль 11. АПВ і контроль синхронізму</b> <b>Завдання:</b> Складіть часову схему АПВ для повітряної лінії 35 кВ з трьома спробами ввімкнення; вкажіть критерії дозволу на повторне ввімкнення і випадки блокування АПВ; додайте короткий аналіз ризиків.
12.	<b>Змістовий модуль 12. ПРВВ (пристрій резервування відмови вимикача)</b> <b>Завдання:</b> Розробіть алгоритм роботи ПРВВ для фідера з двома вимикачами: умови виявлення відмови, послідовність резервних команд, часові інтервали; оформіть у вигляді блок-схеми та пояснень.
13.	<b>Змістовий модуль 13. Цифрова підстанція ІЕС 61850</b> <b>Завдання:</b> Підготуйте план впровадження ІЕС 61850 на малу підстанцію: перелік ІЕД, використання GOOSE і SV, вимоги до мережі та тестування; додайте короткий розділ про кібербезпеку.
14.	<b>Змістовий модуль 14. Захист залізничних мереж</b> <b>Завдання:</b> Оформіть індивідуальне дослідження щодо методів виявлення замикань у контактній мережі залізниці: порівняйте підходи, вкажіть переваги для міської ділянки та запропонуйте тестовий сценарій.

## 8. Методи навчання

Під час викладання навчальної дисципліни використовуються методи навчання, що сприяють досягненню відповідних програмних результатів.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019			Ф-20.10- 05.01/141.00.1/Б/ОКЗ0- 2-2025
	Випуск 2	Зміни 1	Екземпляр № 1	Арк 33 / 26

Результат навчання	Методи навчання
<b>ПР02.</b> 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.	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Вербальні методи (лекція, пояснення)</li> <li>– Наочні методи (спостереження, демонстрація, ілюстрація)</li> <li>– Практичні методи (проведення дослідів, експериментів, виконання різних видів вправ, практичних завдань, кейсів)</li> <li>– Ситуаційний метод</li> <li>– Методи самостійної роботи (анотування опрацьованого матеріалу, вирішення задач, проведення розрахунків, написання есе, підготовка доповідей)</li> </ul>
<b>ПР10.</b> Знаходити необхідну інформацію в науково-технічній літературі, базах даних та інших джерелах інформації, оцінювати її релевантність та достовірність.	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Ситуаційний метод</li> <li>– Методи самостійної роботи (анотування опрацьованого матеріалу, вирішення задач, проведення розрахунків, написання есе, підготовка доповідей)</li> </ul>

## 9. Методи контролю

Перевірка досягнення програмних результатів навчання здійснюється з використанням наступних методів.

Результат навчання	Методи контролю
<b>ПР02.</b> 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.	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Усне опитування, участь у дискусії, відповіді на проблемні запитання</li> <li>– Перевірка виконання домашніх завдань, практичних завдань, вправ, кейсів</li> <li>– Перевірка виконання та захист лабораторних робіт</li> <li>– Перевірка виконання та захист індивідуальних завдань</li> <li>– Перевірка виконання завдань модульного контролю</li> <li>– Екзамен</li> </ul>
<b>ПР10.</b> Знаходити необхідну інформацію в науково-технічній літературі, базах даних та інших джерелах інформації, оцінювати її релевантність та достовірність.	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Усне опитування, участь у дискусії, відповіді на проблемні запитання</li> <li>– Перевірка виконання домашніх завдань, практичних завдань, вправ, кейсів</li> <li>– Перевірка виконання та захист лабораторних робіт</li> <li>– Перевірка виконання та захист індивідуальних завдань</li> <li>– Перевірка виконання завдань модульного контролю</li> </ul>

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019			Ф-20.10- 05.01/141.00.1/Б/ОК30- 2-2025
	Випуск 2	Зміни 1	Екземпляр № 1	Арк 33 / 27
				– Екзамен

## 10. Оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти

Оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти з навчальної дисципліни здійснюється відповідно до Положення про оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти у Державному університеті «Житомирська політехніка» та розподілу балів, що наведений нижче.

Система оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти з навчальної дисципліни включає:

– поточний, модульний та підсумковий контроль – для здобувачів денної форми здобуття вищої освіти.

Поточний контроль проводиться для оцінювання рівня засвоєння знань, формування умінь і навичок здобувачів вищої освіти впродовж вивчення ними матеріалу модуля (змістових модулів) навчальної дисципліни. Поточний контроль здійснюється під час проведення навчальних занять.

Модульний контроль проводиться з метою оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти за модуль (змістові модулі) навчальної дисципліни. Модульний контроль проводиться під час навчального заняття після завершення вивчення матеріалу модуля (змістових модулів) навчальної дисципліни. Модульний контроль здійснюється у формі усного опитування та виконання письмового завдання та проводиться під час захисту лабораторних робіт.

Підсумковий контроль проводиться для підсумкового оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти з навчальної дисципліни. Підсумковий контроль здійснюється після завершення вивчення навчальної дисципліни. Підсумковий контроль проводиться у формі екзамену. Процедура складання екзамену визначена у Положенні про організацію освітнього процесу у Державному університеті «Житомирська політехніка».

### Розподіл балів з навчальної дисципліни

Види робіт здобувача вищої освіти	Кількість балів за семестр
<b>Для здобувача денної форми здобуття вищої освіти</b>	
Виконання завдань поточного контролю	60
Виконання завдань модульного або підсумкового контролю	40
<b>Підсумкова семестрова оцінка</b>	<b>100</b>
<b>Для здобувача заочної форми здобуття вищої освіти</b>	
Виконання завдань поточного контролю	-
Виконання завдань модульного або підсумкового контролю	-
<b>Підсумкова семестрова оцінка</b>	-

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019			Ф-20.10- 05.01/141.00.1/Б/ОК30- 2-2025
	Випуск 2	Зміни 1	Екземпляр № 1	Арк 33 / 28

### Розподіл балів за виконання завдань поточного контролю

Види робіт здобувача вищої освіти	Кількість балів за семестр	
	денна форма	заочна форма
Виконання завдань під час навчальних занять	60	-
Виконання та захист індивідуальних самостійних завдань	4	-
Виконання науково-дослідної роботи та інших видів робіт (додаткові – заохочувальні бали): 1. Участь у студентських предметних олімпіадах, Всеукраїнському конкурсі студентських наукових робіт, грантах, науково-дослідних проєктах, хакатонах 2. Підготовка наукових статей, тез доповідей наукових конференцій	10	-
<b>Разом за виконання завдань поточного контролю</b>	<b>60</b>	<b>-</b>

### Розподіл балів за виконання завдань під час навчальних занять

Види робіт здобувача вищої освіти денної форми навчання	Кількість балів за семестр	
	денна форма	заочна форма
Всього за відповіді (виступи) на заняттях 1 бал за правильну відповідь	4	-
Всього за лабораторну роботу №1 1 бали - звіт задовільний 2 бали - звіт неповний 3 балів - звіт повний 1 бал за неповну відповідь на усне питання 1 2 бали за правильну та повну відповідь на усне питання 1 1 бал за неповну відповідь на усне питання 2 2 бали за правильну та повну відповідь на усне питання 2	7	-
Всього за лабораторну роботу №2	7	-
Всього за лабораторну роботу №3	7	-
Всього за лабораторну роботу №4	7	-
Всього за лабораторну роботу №5	7	-
Всього за лабораторну роботу №6	7	-
Всього за лабораторну роботу №7	7	-
Всього за лабораторну роботу №8	7	-
<b>Разом за виконання завдань під час навчальних занять</b>	<b>60</b>	<b>-</b>

### Розподіл балів за виконання завдань модульного контролю

Види робіт здобувача вищої освіти денної форми навчання	Кількість балів за семестр	
	денна форма	заочна форма
Виконання завдань модульного контролю 1 1 усне питання: 3 бали – відповідь неповна, 6 балів – відповідь повна	20	-

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019			Ф-20.10- 05.01/141.00.1/Б/ОК30- 2-2025
	Випуск 2	Зміни 1	Екземпляр № 1	Арк 33 / 29

Види робіт здобувача вищої освіти денної форми навчання	Кількість балів за семестр	
	денна форма	заочна форма
2 усне питання: 3 бали – відповідь неповна, 6 балів – відповідь повна 1 письмове питання: 4 бали – відповідь неповна, 8 балів – відповідь повна		
Виконання завдань модульного контролю 2	20	-
<b>Разом за виконання завдань модульного контролю</b>	<b>40</b>	-

Якщо здобувач денної форми здобуття вищої освіти виконав необхідні для досягнення результатів навчання з дисципліни завдання, що передбачені робочою програмою навчальної дисципліни та/або відповідними методичними рекомендаціями, склав модульний контроль і набрав у сумі 60 балів або більше, він може погодити дану оцінку в електронному кабінеті і вона стане семестровою оцінкою за вивчення навчальної дисципліни.

Якщо здобувач денної форми здобуття вищої освіти під час вивчення навчальної дисципліни виконав необхідні для досягнення результатів навчання з дисципліни завдання, що передбачені робочою програмою навчальної дисципліни та/або відповідними методичними рекомендаціями, і набрав 60 балів або більше та бажає покращити свій результат успішності, він проходить процедуру підсумкового контролю у формі екзамену. Набрані бали за виконання завдань підсумкового контролю, а також бали за поточний контроль сумуються і формується семестрова оцінка з навчальної дисципліни. Бали, які здобувач вищої освіти набрав за виконання завдань модульного контролю, при цьому не враховуються під час розрахунку семестрової оцінки з навчальної дисципліни.

Здобувач вищої освіти допускається до процедури підсумкового контролю у формі екзамену, якщо виконав необхідні для досягнення результатів навчання з дисципліни завдання, що передбачені робочою програмою навчальної дисципліни та/або відповідними методичними рекомендаціями, і за поточний контроль у сумі набрав 36 балів або більше.

### **Визнання результатів навчання, набутих у неформальній та/або інформальній освіті**

Визнання результатів навчання, набутих у неформальній та/або інформальній освіті в рамках окремих тем навчальної дисципліни, здійснюється викладачем за зверненням здобувача вищої освіти та представленням документів, які підтверджують результати навчання (сертифікати, свідоцтва, скріншоти тощо). Рішення про визнання та оцінка за відповідну частину

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019			Ф-20.10- 05.01/141.00.1/Б/ОК30- 2-2025
	Випуск 2	Зміни 1	Екземпляр № 1	Арк 33 / 30

освітнього компонента приймається викладачем за результатами співбесіди зі здобувачем вищої освіти.

Визнання результатів навчання, набутих у неформальній та/або інформальній освіті в рамках цілого освітнього компонента, здійснюється за процедурою, яка визначена у Положенні про організацію освітнього процесу у Державному університеті «Житомирська політехніка».

### Шкала оцінювання

Шкала ЄКТС	Національна шкала	100-бальна шкала
A	Відмінно	90-100
B	Добре	82-89
C		74-81
D	Задовільно	64-73
E		60-63
FX	Незадовільно	35-59
F		0-34

### 11. Глосарій

№ з/п	Термін державною мовою	Відповідник англійською мовою
1.	ТС (ТСТ, ТТ) – Трансформатор струму	CT – Current Transformer
2.	ТН – Трансформатор напруги	VT (або PT) – Voltage (Potential) Transformer
3.	ТВП – Трансформатор власних потреб	SST – Station Service Transformer
4.	МСЗ (МТЗ) – Максимальний струмовий захист	ANSI code 50/51 – Overcurrent Protection
5.	СВ (ТО) – Струмове відсікання	ANSI code 50 – Instantaneous Overcurrent
6.	ДЗ – Дистанційний захист	ANSI code 21 – Distance Protection
7.	ДЗТ – Диференційний захист	ANSI code 87 – Differential Protection
8.	ЗНЗ (ЗНТЗ) – Захист від замикань на землю	ANSI code 50N / 51N – Ground Fault Protection, Earth Fault Protection
9.	АПВ – Автоматичне повторне ввімкнення	ANSI code 79 – Autoreclosing
10.	АВР – Автоматичне введення резерву	ATS – Automatic Transfer Switch
11.	ПрВВ (УРОВ) – Пристрій резервування відмови вимикача	ANSI code 50BF – Breaker Failure Protection
12.	АЧР – Автоматичне частотне розвантаження	UFLS – ANSI code 81 – Underfrequency Load Shedding
13.	ОПН – Обмежувач перенапруг	SA – Surge Arrester
14.	Вимикач – Силовий вимикач	CB – Circuit Breaker
15.	Роз'єднувач	DS – Disconnecter / Isolator
16.	Рівень сигналу	Signal level
17.	Дискретний вхід/вихід	Discrete input/output

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019			Ф-20.10- 05.01/141.00.1/Б/ОК30- 2-2025
	Випуск 2	Зміни 1	Екземпляр № 1	Арк 33 / 31

№ з/п	Термін державною мовою	Відповідник англійською мовою
18.	Аналоговий вхід/вихід	Analog input/output
19.	Інтерфейс	Interface
20.	Промислова польова мережа	Industrial field network
21.	Програма	Program
22.	Шина	Bus
23.	Алгоритм	Algorithm
24.	Лінія сигналу	Signal line
25.	Давач, сенсор	Sensor
26.	Лінія входу	Input/ Output line
27.	Цифровий інтерфейс	Digital interface
28.	Сигнал тривоги	Alarm signal

## 12. Рекомендована література

### Основна література

1. Кідиба В.П. Релейний захист електроенергетичних систем: Підручник. – Львів: Видавництво Національного університету "Львівська політехніка", 2013. – 533 с.  
[Релейний захист електроенергетичних систем](#)
2. Яндульський О. С., Дмитренко О. О. Релейний захист. Цифрові пристрої релейного захисту, автоматики та управління електроенергетичних систем : навч. посіб. (електронне видання). - Київ : НТУУ «КПІ», 2016. – 102 с.  
<https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/9fe8b977-13b6-4c3a-82bf-dcad5db59a34/content>
3. Панченко С. В., Блиндюк В. С., Баженов В. М. та ін. Релейний захист і автоматика : навч. посіб. : у 2 ч. - Ч. 2. - Харків : УкрДУЗТ, 2021. - 276 с.  
[Навчальний посібник.pdf](#)
4. Правила улаштування електроустановок – ПУЕ. Київ: Міненерговугілля України, 2017.  
[pue.pdf](#)
5. ДСТУ-Н ІЕС Guide 111:2007. Електрообладнання підстанцій високої напруги високовольтне. Загальні рекомендації щодо стандартів на виробі. Київ: Держспоживстандарт України, 2008.  
<https://dnaop.com/html/62957/doc-%D0%94%D0%A1%D0%A2%D0%A3-%D0%9D%20I%20E%20S%20G%20u%20i%20d%20e%201%201%201%2020%200%207>
6. ДСТУ EN 50160. Характеристики напруги електропостачання в електричних мережах загальної призначеності.  
[Характеристики напруги в електромережах \(Український стандарт\)](#)

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019			Ф-20.10- 05.01/141.00.1/Б/ОК30- 2-2025
	Випуск 2	Зміни 1	Екземпляр № 1	Арк 33 / 32

7. ДСТУ 62305-2 Блискавкозахист Частина 1. Загальні положення.  
[DSTU-EN-62305-1-2012.pdf](#)
8. ДСТУ 62305-3 Блискавкозахист Частина 2.  
[ДСТУ ІЕС 62305-2:2012.pdf](#)
9. ДСТУ 62305-3 Блискавкозахист Частина 3. Фізичні пошкодження будівель (споруд) та небезпека для життя. Порядкування ризиком.  
[dstu\\_EN\\_62305-3.pdf](#)
10. ДСТУ Б В.2.5-82 Електробезпека в будівлях і спорудах. Вимоги до захисних заходів від ураження електричним струмом.  
[dstu\\_b\\_v.2.5-82.pdf](#)

### *Допоміжна література*

1. Пужна О.М. Промислові мережі та інтеграційні технології в автоматизованих системах. / О.М. Пужна, І.В. Ельперін, Н.П. Луцька, А.П. Ладанюк – К.: Ліра-К, 2015. – 552с.  
[Промислові мережі та інтеграційні технології в автоматизованих системах | fieldbusbook](#)
2. Закон України Про ринок електричної енергії.  
[Про ринок електричної енергії | від 13.04.2017 № 2019-VIII](#)

### **13. Інформаційні ресурси в Інтернеті**

1. Schneider Electric. Релейний захист і автоматика по застосуванню.  
[Релейний захист і автоматика по застосуванню | Schneider Electric Україна](#)
2. Загальний каталог РЕЛСiС  
<https://relsis.ua/ua>
3. Electropedia: The World's Online Electrotechnical Vocabulary.  
<https://www.electropedia.org/>
4. Високовольтне обладнання 110-750кВ. Технічний каталог.  
[High Voltage Direct Current Systems](#)
5. Низьковольтне обладнання. Модульні автоматичні вимикачі.  
[https://enext.ua/upload/support/presentations/Moduln%D1%96\\_avtomatichn%D1%96\\_vimikach%D1%96\\_2024.pdf](https://enext.ua/upload/support/presentations/Moduln%D1%96_avtomatichn%D1%96_vimikach%D1%96_2024.pdf)
6. Каталог низьковольтного обладнання.  
[Low voltage katalog.pdf](#)
7. Пристрої контролю та управління  
<https://enext.ua/upload/iblock/9f7/f5z7njkhko1dqpc0pjjd31ttkmmikmj1/>
8. Контактори  
<https://enext.ua/upload/iblock/6d7/eomqgp8msayxqq2qcwd29ego1jqlyvoy>

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 та ДСТУ ISO 21001:2019			Ф-20.10- 05.01/141.00.1/Б/ОК30- 2-2025
	Випуск 2	Зміни 1	Екземпляр № 1	Арк 33 / 33

9. Силові та повітряні автоматичні вимикачі E.NEXT-Україна  
<https://enext.ua/upload/iblock/23e/11rkdr71rl1wz74sggyoyjlxbcdvhot9>
10. Перетворювачі частоти e.f-drive  
[Презентація PowerPoint](#)
11. Диференційний захист  
[Презентація PowerPoint](#)
12. Serial Peripheral Interface - Вікіпедія.  
[https://en.wikipedia.org/wiki/Serial\\_Peripheral\\_Interface](https://en.wikipedia.org/wiki/Serial_Peripheral_Interface)
13. Сайт Сіменс-Україна. Продукти та рішення.  
<https://www.siemens.com/ua/uk.html>
14. Системи промислової автоматизації SIMATIC.  
<https://www.siemens.com/ua/uk/produkty/avtomatyzatsiya-promyslovosti/systemy-avtomatyzatsiyi/systemy-promyslovyi-avtomatyzatsiyi-simatic.html>
15. Каталог для енергетиків та інженерів з автоматизації ТОВ «ЦІТ Альтера».  
<https://www.svaltera.ua/catalog/>
16. Complete Beginners Guide to PTC Mathcad.  
<https://www.mathcad.com/en/blogs/complete-beginners-guide-ptc-mathcad>
17. Електронний архів Державного університету Житомирська політехніка.  
<https://eztuir.ztu.edu.ua/>
18. Національна бібліотека України імені В. І. Вернадського.  
<http://www.nbuv.gov.ua>
19. Електронний каталог Національної парламентської бібліотеки України.  
<http://catalogue.nplu.org>
20. Український інститут інтелектуальної власності.  
<http://www.uipv.org>