

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Національний університет «Запорізька політехніка»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до лабораторної роботи

**МІКРОПРОЦЕСОРНІ ПРИСТРОЇ РЕЛЕЙНОГО ЗАХИСТУ ТА
АВТОМАТИКИ.**

з дисципліни «Релейний захист та автоматика в системах
електропостачання для студентів спеціальності 141
«Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» денної та
заочної форм навчання

2021

Методичні вказівки до лабораторної роботи
«Мікропроцесорні пристрої релейного захисту та автоматики» з
дисципліни “Релейний захист та автоматика в системах
електропостачання” для студентів спеціальності 141
«Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» денної
та заочної форм навчання / Укл. : П.В. Махлін, Є.П. Іваненко –
Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2021. – 42с.

Укладачі: П.В. Махлін, доцент, канд. техн. наук.
Є.П. Іваненко

Рецензент: Шрам О.А., зав. кафедри, канд. техн. наук

Відповідальний за випуск: Шрам О.А., зав. кафедри, канд. техн. наук

Затверджено
на засіданні НМК
«Електротехнічного
факультету»
Протокол № 5 від 18.02.21

Затверджено
на засіданні кафедри
“Електропостачання
промислових
підприємств”

Протокол № 5 від 17.02.21

ЗМІСТ

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 9 «Мікропроцесорні пристрої релейного захисту та автоматики».....	4
1. МЕТА РОБОТИ.....	4
2. ПРОГРАМА РОБІТ.....	4
3. КОРОТКІ ВІДОМОСТІ.....	4
3.1 Пристрій захисту, автоматики, контролю та керування приєднань 6-35 кВ МРЗС-05.....	4
3.2 Пристрій релейного захисту, автоматики та дистанційного керування приєднань 0,4 - 10 кВ	15
3.3 Універсальний струмовий захист з живленням від струмових ланцюгів або і від ланцюгів струму і напруги	19
3.4 Багатофункціональний захист ліній електропередач та трансформаторів.....	25
3.5 Пристрої захисту та автоматики електродвигунів.....	30
3.6 Пристрої диференціального захисту збірних шин електричних підстанцій.....	33
3.7 Універсальний захист по частоті.....	36
3.8 Універсальна система керування у енергосистемах.....	38
4 ЗМІСТ ЗВІТУ.....	40
5 ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ.....	40
6 РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА.....	42

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №9

МІКРОПРОЦЕСОРНІ ПРИСТРОЇ РЕЛЕЙНОГО ЗАХИСТУ ТА АВТОМАТИКИ

1 МЕТА РОБОТИ

Познайомитися з призначенням, функціями та технічними характеристиками цифрових пристроїв релейного захисту та автоматики.

2 ПРОГРАМА РОБОТИ

- 2.1 Познайомитися з інструкцією з виконання роботи.
- 2.2 Вивчити теоретичний матеріал з теми роботи.
- 2.3 Відповісти на контрольні питання.
- 2.4 Скласти звіт, який повинен складатися:

3 КОРОТКІ ВІДОМОСТІ

3.1 Пристрій захисту, автоматики, контролю та керування приєднань 6-35 кВ МРЗС-05

Мікропроцесорний пристрій захисту, автоматики, контролю і керування з'єднань 6-35 кВ МРЗС-05 (Рис. 3.1) призначений для застосування на знижувальних підстанціях 220-35/10/6 кВ.



Рисунок 3.1 - Мікропроцесорний пристрій захисту, автоматики, контролю і керування типу MP3C-05

Функції релейного захисту:

- триступінчастий максимальний струмовий захист;
- захист від замикань на землю;
- захист максимальної напруги;
- захист мінімальної напруги.

На пристрої виконана індикація на семи світлодіодах (призначення шести світлодіодів програмується користувачем).

На рідино кристалічному дисплеї відображається наступна інформація: значення уставок та параметрів спрацьовування захистів, конфігурація системи, призначення дискретних входів, виходів і світлодіодних індикаторів, а також інформація про спрацьовування захистів і автоматики. Доступ до інформації на дисплеї виконаний за допомогою вбудованих кнопок і різноманітних меню.

Програмне забезпечення пристрою дозволяє зручно керувати індикацією і зміною уставок спрацьовування захистів, а також дає можливість зміни алгоритмів його роботи.

Функції автоматики:

- двократне або однократне автоматичне повторне включення АПВ);

- резервування відмови вимикача;
- автоматичне частотне розвантаження;
- автоматичне прискорення при включенні вимикача.

Пристрій забезпечує контроль і вимірювання наступних величин:

- трьох фазних напруг;
- трьох фазних струмів;
- струму нульової послідовності;
- частоти напруги в мережі.

Крім того, пристрій забезпечує виміри: у нормальному режимі:

- активної потужності;
- реактивної потужності;
- в аварійному режимі:
- максимального струму в ушкодженій фазі;
- мінімальної напруги на ушкодженій фазі.

Індикація і керування

Керування та конфігурування пристрою МРЗС-05 проводиться за допомогою вбудованих кнопок керування і рідино кристалічного дисплею, а також за допомогою ПЕОМ, що підключається через інтерфейс К.3232. Оперативна зміна алгоритмів роботи пристрою проводиться через 8 дискретних оптронних входів. Їхнє призначення програмується користувачем.

Пристрій МРЗС-05 має сім дискретних виходів для видачі команд і сигналізації за допомогою "сухих" контактів реле (призначення шести виходів програмується користувачем).

Конфігурування МРЗС 05

Пристрій МРЗС-05 дозволяє задавати або виключати функції, ранжувати дискретні входи, виходи, світлові індикатори, задавати тривалість команд, задавати коефіцієнти трансформації трансформаторів струму та напруги.

При задані параметрів функцій захисту та автоматики пристрій дозволяє встановлювати:

- уставки спрацьовування;

- витримки часу;
- варіанти максимальних струмових захистів та їх характеристик;
- включати та відключати окремі види захисту та автоматики.

Інформація про конфігурації МРЗС зберігається в енергонезалежній пам'яті.

Самодіагностика

Пристрій МРЗС-05 забезпечує самодіагностику з виявленням несправностей. Формування керуючих впливів на включення і відключення комутаційних апаратів виробляється тільки після перевірки вірогідності необхідності виконання операції і справності каналів керування. Забезпечується безперервна перевірка справності програмного забезпечення (методом контрольних розрахунків). При включенні пристрою проводиться контроль справності пристрою з видачею повідомлення на дисплей.

Максимальний струмовий захист (МСЗ)

може бути двох виконань:

- триступінчастий МСЗ з незалежною від струму характеристикою витримки часу;
- триступінчастий МСЗ, де перший і третій ступені мають незалежну від струму характеристику витримки часу, а другий виконаний з обмежено залежною від струму витримкою часу.

Пристрій має також можливість включення та відключення МСЗ через дискретні імпульсні входи або блокування окремо кожний ступінь МСЗ через дискретний вхід.

Функція АПВ також може бути заблокована через імпульсний дискретний вхід.

Пристрій резервування відмовлення вимикача (ПРВВ)

Пуск ПРВВ здійснюється при спрацьовуванні МСЗ на відключення або від дискретного входу. ПРВВ має два ступені за часом спрацьовування. Є можливість робити включення і відключення ПРВВ через імпульсні дискретні входи.

Неспрямований захист від замикань на землю.

Захист підключений через фільтр першої гармоніки та реагує на струм нульової послідовності частотою 50 Гц. Є можливість включення та відключення захисту через дискретний імпульсний вхід.

Автоматичне частотне розвантаження (АЧР)

Діє на відключення споживачів при заданій частоті, не повертається Є можливість включення або відключення функції АЧР через імпульсні дискретні входи.

Захист максимальної напруги

Захист діє на відключення з витримкою часу. Контролює напругу у всіх трьох фазах. Є можливість включення і відключення захисту максимальної напруги через дискретні імпульсні входи.

Захист мінімальної напруги

Діє на відключення з витримкою часу. Контролює напругу у всіх трьох фазах. Є можливість включення та відключення захисту через дискретні імпульсні входи.

Автоматичне повторне включення вимикача (АПВ)

Пристрій має функції АПВ двократного або однократного виконання з витримкою часу. Є можливість виводу з роботи другого циклу АПВ, а також виходу в цілому АПВ. Спрацьовування АПВ реєструється. Пуск АПВ здійснюється після спрацювання МСЗ або зовнішніх пристроїв.

Функція АПВ не діє:

- при відключенні вимикача через дискретний вхід;
- при відключенні захистом після включення через дискретний вхід;
- при відключенні функції АПВ;
- при забороні АПВ через дискретний вхід.

Прискорення при включенні вимикача

Вводиться по команді включення вимикача для другого і третього ступеню МСЗ. Є можливість включення і відключення прискорення роздільно 2-го і 3-го ступеню МСЗ.

Реєстрація.

Пристрій МРЗС-05 здійснює реєстрацію подій:

- усіх входних дискретних сигналів;
- спрацьовування всіх захистів;
- спрацьовування функцій автоматики;
- усіх видаваних дискретних сигналів.

Реєстрація всіх подій здійснюється з прив'язкою до поточного часу. Реєструються останні 25 подій.

Пристрій МРЗС-05 здійснює реєстрацію аварійних ситуацій із записом миттєвих значень струмів і напруг при аваріях з прив'язкою до поточного часу (зберігається інформація про п'ять останніх аварій) і

з записом дискретних сигналів під час аварії (зберігається інформація про одну останню аварію).

Інформація про події та аварії зберігається в енергонезалежній пам'яті.

Зареєстровані події можна переглянути на рідино кристалічному дисплеї. Інформацію про події та аварії можна скопіювати на ПЭОМ, яка підключається через інтерфейс RS232.

Технічні характеристики пристрою МРЗС-05 приведені у таблиці 3.1

Таблиця 3.1 - Технічні дані пристрою МРЗС-05

Номінальні вхідні сигнали	Вхідний змінний струм фаз, In. Вхідний змінний струм нульової послідовності Вхідна змінна лінійна напруга , Un Частота змінного струму	5 А або 1 А 0,1 А 100 В 50 Гц
Електроживл ення	Напруга оперативного постійного струму Напруга змінного струму мережі 50 Гц Потужність, що споживається - у режимі роботи -у режимі видачі команд Час автономної роботи при проваллі живильної напруги	від 150 до 250 В від 150 до 245 В не більше 10 Вт не більше 15 Вт не менше 50 мс

Продовження таблиці 3.1

Вхідні аналогові ланцюги	Потужність, що споживається по вхідних ланцюгах при номінальних значеннях струму та напруги Дозволене перевантаження по струму по напрузі	не більш 0,5 ВА на фазу 3Ін довгостроково 30Ін протягом 1с 1,3Un довгостроково
Вхідні дискретні сигнали	Кількість Рівень логічного "нуля" Рівень логічної "одиниці"	8 від 0 до 132В від 143 до 250 В
Вихідні дискретні сигнали	Кількість - командні програмувальні - сигнал несправності Комутаційна здатність контактів реле: - при замиканні та розмиканні ланцюгів змінного струму, - при замиканні ланцюгів постійного струму, - при розмиканні ланцюгів постійного струму при напрузі до 250 В, - допустимий струм	6 1 не менш 250В, 8 А, 1000 ВА не менш -250 В, 5 А, 1000Вт не менш 30 Вт 8 А довгостроково
Світлодіодні індикатори	програмувальні (червоні) робота/несправність (зелений)	6 1
Час спрацьовування	Мінімальний час спрацьовування захистів по струму та напрузі Час повернення після зниження величини, що вимірюється, нижче заданого значення	не більш 0,035 с не більш 0,04 с

Продовження таблиці 3.1

Готовність до роботи	Готовність пристрою до роботи після подачі на нього живлення	не більш 0,3 с
Відхилення параметрів спрацьовування	Відхилення параметрів спрацьовування по струму та по напрузі Похибка по часу спрацьовування: - при витримці до 5 с, - при витримці від 5 до 130 с	не більш 5 % не більше 0,01с не більше 0,05 с
Електрична міцність ізоляції	Між фазами ланцюгів струму, та до корпусу, ланцюгів напруги до корпусу, входних ланцюгів живлення до корпусу, - інших гальванічно розв'язаних ланцюгів Вхідні ланцюги струму і напруги стійкі до впливу: 1) імпульсів напруги, 2) високочастотного сигналу з амплітудою - при подовжній схемі включення - при поперечній схемі включення	2000 В змінного струму частотою 50 Гц протягом 1 хвилини 1500 В змінного струму частотою 50 Гц протягом 1 хвилини! 5кВ, 1,2/50 мкс, 3 позитивних, 3 негативних 2,5 кВ 1 кВ
Кліматичні умови	Граничне значення кліматичних факторів зовнішнього середовища при експлуатації Збереження і транспортування	За ГОСТ15543.1 і ГОСТ15150, виконання УХЛ, категорії 4, для країн з помірним кліматом, від -20 до +50 °С За ГОСТ 15543.1 і ГОСТ 15150 виконання УХЛ3.1, від -40 до +70 °С

Продовження таблиці 3.1

Максимальний струмовий захист (МСЗ)	МСЗ з незалежною від струму витримкою часу - діапазон уставок 1 ступеню по струму спрацьовування - діапазон уставок 2 і 3 ступеню по струму спрацьовування - діапазон уставок за часом спрацьовування МСЗ із залежної від струму витримкою часу - діапазон уставок по струму спрацьовування - види характеристик	від $2I_n$ до $30I_n$ з дискретністю $0,1I_n$ від $0,6I_n$ до $8I_n$ з дискретністю $0,1I_n$ від 0 до 32 с з дискретністю 0,01 с від $0,6I_n$ до $8I_n$ з дискретністю $0,1I_n$ 1) нелінійна (полога і крута) 2) лінійна
Не спрямований захист від замикань на землю	- кількість ступенів за часом спрацьовування - діапазон уставок по струму спрацьовування (відхилення не більш $\pm 10\%$) - діапазон уставок за часом спрацьовування - час дії захисту	2 від 0,005 до 0,3 А с дискретністю 0,005 А від 0 до 32 с з дискретністю 0,01с не більш 60 мс
Захист максимальної напруги	- діапазон уставок по напрузі спрацьовування - діапазон уставок за часом спрацьовування	від 0,4 до 1,5 U_n з дискретністю 0,1 В від 0 до 32 с з дискретністю 0,01с
Захист мінімальної напруги	- діапазон уставок по напрузі спрацьовування - діапазон уставок по струму - діапазон уставок за часом спрацьовування	від 0,25 до $1,1I_n$ із дискретністю 0,1 В від 0,05 до $1,0I_n$ з дискретністю $0,05I_n$ від 0 до 32 с з дискретністю 0,01с

Продовження таблиці 3.1

Автоматичне повторне включення вимикача (АПВ)	- діапазон уставок за часом першого циклу АПВ - діапазон уставок за часом другого циклу АПВ - діапазон регулювання часу блокування запуску першого циклу АПВ після його закінчення - діапазон регулювання блокування запуску АПВ після закінчення другого циклу АПВ - діапазон часу блокування запуску АПВ після включення вимикача через дискретний вхід	від 0 до 32 с з дискретністю 0,01с від 5 до 75 с з дискретністю 0,01 с від 5 до 80 с з дискретністю 0,01с від 0 до 32 с з дискретністю 0,01 с від 0 до 32 с з дискретністю 0,01 с
Пристрій резервування відмовлення відключення (ПРВВ)	- кількість ступенів за часом спрацювання - діапазон уставок по струму - діапазон уставок за часом спрацювання першого ступеню - діапазон уставок за часом спрацювання другого ступеню	2 від 0,05 до 1Ін із дискретністю 0,05 Ін від 0 до 32 с з дискретністю 0,01с від 0 до 32с з дискретністю 0,01 с
Автоматичне частотне розвантаження (АЧР)	- діапазон уставок спрацювання АЧР і уставок повернення АЧР - діапазон уставок за часом спрацювання	від 45 до 50 Гц із дискретністю 0,05 Гц від 0,1 до 120с з дискретністю 0,1с
Прискорення МСЗ при включенні вимикача	- діапазон уставок за часом введення прискорення - діапазон уставок прискорення	від 0 до 32с з дискретністю 0,01с від 0 до 5с з дискретністю 0,01с

Продовження таблиці 3.1

Включення / відключення вимикача	- діапазон уставок по тривалості команди включення	від 0,15 до 5с з дискретністю 0,01с
	- діапазон уставок по тривалості команди відключення	від 0,15 до 5с з дискретністю 0,01 с
Реєстрація	- кількість подій у реєстраторі подій	25 останніх
	- тривалість масиву аварійної ситуації	100 мс до моменту аварії + 1с після аварії

При застосуванні мікропроцесорних пристроїв, у порівнянні з традиційними, техніко-економічний ефект досягається за рахунок:

- зниження в 10 разів потужності споживання по ланцюгах змінного струму та напруги;
- зниження в 2 - 3 рази споживання по ланцюгах оперативного струму;
- зниження втрат електричної енергії і збитку при коротких замиканнях за рахунок зменшення ступеню селективності до 0,2 с;
- зменшення часу пошуку місця короткого замикання за рахунок забезпечення відображення струмів і напруг аварійного режиму;
- наявності декількох груп уставок і можливості їхньої дистанційної зміни;
- виконання, крім функцій релейного захисту та автоматики, функції телевимірювання, телесигналізації і телекерування в одному компактному пристрої;
- зниження витрат на технічне обслуговування за рахунок вбудованого автоматичного самоконтролю справності;
- зменшення розмірів релейних щитів (числа ланцюгів) у зв'язку з істотно меншими габаритами (інтегрування більшого числа функцій релейного захисту та автоматики в одному пристрої).

Крім того у пристрої МРЗС-05 є бібліотека схем по всіх змінах, що вводяться заміні обладнання розподільчих пристроїв, підстанцій та електростанцій.

3.2 Пристрій релейного захисту, автоматики та дистанційного керування приєднань 0,4 - 10 кВ

Пристрій типу УЗА-10М (рис.3.2) включає в себе наступні функції: двофазний двоступінчатий захист від міжфазних коротких замикань з АПВ та захист сигналізація (сигналізацію) від замикань на землю. За своїми функціональними можливостями і вартості, пристрій є оптимальним для установки на підстанціях, що проходять. Функції пристрою типу УЗА-10 приведені таблиці 3.2.



Рисунок 3.2 - Пристрій релейного захисту, автоматики та дистанційного керування приєднань типу УЗА-10М

Таблиця 3.2 – Функції пристрою типу УЗА-10

Функції	УЗА-10А	УЗА-10В	Дод.блок.
Двоступінчатий захист від міжфазних КЗ з незалежною характеристикою витримки часу	X	X	
Прискорення МСЗ при включенні	X	X	
Дистанційне керування		X	
Контроль положення вимикача	X	X	
Однократне АПВ	X	X	
Сигналізація замикання на землю (ЗНЗ)		X	
Дешунтування електромагніту відключення (за замовленням)			X
Логічний захист шин - ЛЗШ (за замовленням)			X
ПРБВ (за замовленням)			X
Вимір діючих значень фазних струмів (і струму 3lo у версії В)	X	X	
Вхід для виміру одного фазного струму з підвищеною точністю		X	
Порт RS485 для підключення локальної мережі передачі інформації		X	
Кількість дискретних входів	2	2	1
Кількість вихідних контактів (2-х корпусне)	3	3	3

Застосування пристрою типу УЗА-10М:

- промислові та розподільні електричні мережі напругою 0,4 -10 кВ;
- підстанції середньої та низької напруги;
- трансформатори середньої та низької напруги.

За замовленням, можливо однокорпусне виконання пристрою, що включає функції закладені в додатковий блок.

Уставки спрацьовування пристрою типу УЗА-10 приведені у таблиці 3.3

Таблиця 3.3 – Уставки спрацьовування пристрою типу УЗА-10

Функції пристрою УЗА-10	Уставки спрацьовування
Захист від міжфазних КЗ Ступінь 1: Ступінь 2:	уставка по струму: 2 - 16 А (для $I_n = 1A \Rightarrow I_y/5$) -Крок: 0,1-0,5 А; витримка часу $t >$: 0,1 - 5 с крок: 0,1с. уставка по струму 5 - 200 А (для $I_n = 1A \Rightarrow I_y/5$): крок: 1 А: витримка часу: 0.05 - 1,0 с; крок: 0,05с.
Прискорення МСЗ при включенні	Витримка часу: вводиться прискорення 0,5с протягом 1с після включення вимикача
Захист від замикань на землю (версія В)	Ступінь: $I_o >$: уставка по струму: 0.02 - 2 А крок: 0.02 А; витримка часу $I >$: 0 - 10 с крок: 0,5с
Автоматичне повторне включення	Час підготовки: 0 - 120 с. Час спрацьовування: 0 - 10 с

Технічні характеристики пристрою типу УЗА-10 приведені у таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 - Технічні характеристики пристрою типу УЗА-10

№	Найменування	Технічні характеристики
1	Вхідні параметри пристрою	Номинальний струм: 5А або 1А; навантаження: < 3 ВА (5А); термічна стійкість: 40 Ін - 1 секунда; 2 Ін довгостроково.
2	Напруга живлення	На постійному або змінному струмі: 60 - 250 В. Навантаження: 2 Вт - 0.25 Вт на кожне спрацювання реле до 3 ВА при живленні змінним струмом. Допустиме відхилення напруги: $\pm 20\%$ Допустима перерва: 500 мс
3	Дискретні входи	2 дискретних входи. Діапазон: напруга 110 або 220 В (за замовленням) постійною або змінною струму. Навантаження: 2 Вт на вхід при напрузі 220 В.
4	Вихідні реле	Термічна стійкість (0,2с) 20 А. Номинальний струм 5А.
5	Зв'язок (версія В)	- Тип: 2-х провідний RS 485, напівдуплекс, ізольована. Швидкість передачі: 300 - 9600 бод Протокол: MODBUS RTU По мережі передається інформація про відключення обома ступенями МСЗ, про роботу АПВ, положенні вимикача, забезпечується керування вихідними реле, передаються результати виміру струму навантаження однієї фази з підвищеною точністю, струму КЗ і сигналізація про спрацювання.

Продовження таблиці 3.4

6	Корпус	Пристрій призначений для монтажу з тильним підключенням і може складатися з двох блоків. Ступінь захисту: МЭК 529; IP 52 Вага: < 1,2 кг; додатковий блок - 1,5 кг Однокорпусний варіант - 2 кг. Підключення: затискачі пружинного типу (Wago)
7	Користувальницький інтерфейс	Дисплей: 4 знаки + 5 крапок. Світлодіоди: 5 (версія А - 4). Клавіатура: 5 клавіш.
8	Навколишнє середовище	Температура: МЭК 255-6: при експлуатації: $-30^{\circ}\text{C} + 55^{\circ}\text{C}$; при збереженні: $-40^{\circ}\text{C} + 70^{\circ}\text{C}$

3.3 Універсальний струмовий захист з живленням від струмових ланцюгів або і від ланцюгів струму і напруги

Універсальний струмовий захист з живленням від струмових ланцюгів або і від ланцюгів струму і напруги типу MiCOM P124 (рис. 3.3) призначений для захисту електричних мереж високої та середньої напруги (трансформатори, кабелі, потужні розподільні підстанції промислових підприємств)



Рисунок 3.3 - Універсальний струмовий захист типу MiCOM P124

Джерела живлення пристроїв струмових захистів приведені таблиці 3.5.

Таблиця 3.5 – Джерела живлення пристроїв струмових захистів

Коди ANSI	Пристрої струмових захистів	Версія з живлення від струмових ланцюгів	Версія з живленням від ланцюгів струму і напруги
50/51	Трифазний неспрямований МСЗ (3 ст.)	X	X
50N/51N	Трифазна неспрямований ЗНП (3 ст.)	X	X
49	Захист від перевантаження (2 ст.)	X	X
37	Захист мінімального струму		X (прим. 1)
46	МСЗ оберненої послідовності		X
	Виявлення обриву проводу (12/11)		X

Продовження таблиці 3.5

	Логіка, що блокує		X (прим. 1)
	Селективна схема логіки реле		X (прим. 1)
	Скидання – підйом навантаження		X (прим. 1)
	Кількість груп уставок	1	2
	Призначувані входи/виходи		X (прим. 1)
79	АПВ (багатократне)		X (прим. 1)
	Відключення від конденсатора	X	X
	Контакт, що переключається, для обмотки відключення	X	X
	Безтабільний магнітний вказівник для індикації відключення	X	X
	4 магнітних вказівника (за замовленням)		X
86	Замикання вихідних реле		X (прим. 1)
50 BF	ПРВВ	•	X
	Контроль вимикача		X
	Виміри (діючі значення)	X	X
	Поточні і максимальні значення	X	X
	Записи подій		X (прим. 1)
	Записи пошкоджень	X	X
	Записи осцилограм		X прим. 1)
	Порт зв'язку RS-485 на задній стінці реле		X (прим. 1)
	Порт зв'язку RS-232 на лицьовій панелі	X	X

Технічні характеристики універсального струмового захисту типу MiCOM P124 приведені у таблиці 3.6

Таблиця 3.6 - Технічні характеристики універсального струмового захисту типу MiCOM P124

№	Найменування	Технічні характеристики
1	Захист від міжфазних КЗ	Ступені: 3 ($I_{>}$, $I_{>>}$, $I_{>>>}$) - Уставка по струму 0.1 -40 I_n - $I_{>}$ IDMT характеристики. МЭК 255-3: STI, CI, VI, EI, LTI IEEE/ANSI: MI, VI, EI, CO2, 38 Електромеханічна- RI - Витримка часу T_O ($I_{>}$, $I_{>>}$, $I_{>>>}$) <30 мс із попереднім струмом 0.2 I_n - Витримка часу ($tI_{>}$, $tI_{>>}$, $I_{>>>}$): 0 - 180с
2	Захист від замикань на землю	Ступені: 3($I_{0>}$, $I_{0>>}$, $I_{0>>>}$) - Уставка по струму: 0.002 - 40 I_n - $I_{0>}$ IDMT характеристики: МЭК 255-3: STI, CI, VI, EI, UI IEEE/ANSI: MI, VI, EI, CO2, CO8 Електромеханічна: RI - Витримка часу T_O ($I_{0>}$, $I_{0>>}$, $I_{0>>>}$): <30 мс із попереднім струмом 0.2 I_n - Витримка часу ($tI_{0>}$, $tI_{0>>}$, $tI_{0>>>}$): 0 -
3	Захист від перевантаження	Струмовий ступінь $I_{0>}$ - Діапазон: 0,2 - 3.2 x I_n - Тепловий стан (сигналізація та відключення): 50 + 200% x θ - Витримка часу: 1 * 200 хв.
4	МСЗ зворотної послідовності (версія з подвійним джерелом живлення)	- Ступінь $I_{2<}$: 0.1 +40 I_n - 11 IDMT характеристик або незалежні характеристики з витримкою часу 0 - 150 с
5	Зміна уставок на час пуску (версія з живленням від струмових ланцюгів і від ланцюгів напруги)	Ступінь 20% - 500% x уставку МСЗ, ЗНЗ або уставку захисту від перевантаження - Витримка часу: 0.1 + 3600 с

Продовження таблиці 3.6

6	Виявлення обриву проводу (версія з живленням від струмових ланцюгів і від ланцюгів напруги)	Ступінь I2/I1:20 - 100% -Витримка часу: 0 - 1440 с
7	Захист від відмовлення вимикача (версія з живленням від струмових ланцюгів і від ланцюгів напруги)	Уставка I<: 0 + 100 % I _н - Витримка часу: 10 мс - 10 с
8	Струмові входи	- Номінальний струм: 1 або 5 А - Стійкість: -1 секунда @ 100 x I _н - довготривало @ 4 x I _н - Навантаження: фазне 6 ВА (5А) нульової послідовності 6 ВА (5А)
	Дискретні входи/виходи	1 вихідне реле з контактами, що переключаються, для обмотки вимикача, - 1 вихідне реле контролю справності з контактами, що переключаються. - Додаткові функції для версії з живленням від струмових ланцюгів і від ланцюгів напруги; - 5 програмувальних дискретних входів. - 5 програмувальних дискретних виходів.

Продовження таблиці 3.6

10	Користувальницький інтерфейс	Дисплей: 2х16 знаків, з підсвічуванням - Клавіатура: 7 клавіш - Порт RS232 на лицьовій панелі - 1 світлодіод і 1 приваблюючий увагу індикатор для оповіщенні 06 відключенні. - Додаткові можливості для версії з живленням від струмових ланцюгів і від ланцюгів напруги: 7 світлодіодів, включаючи 4 програмувальних + 4 приваблюючих увагу індикатора
11	Зв'язок	Тип: 2-х провідна RS 485. напівдуплекс, ізольована - Протокол: MODBUS RTU, Courier або МЭК 60870-5-103
12	Напруга живлення	- 24 - 60В (=) +/- 20%. - 48-150В(=) +/-20%. - 130-250В {=} /100 - 250В (-) 50/60Гц +/-20%.
13	Корпус	Корпус: MICOM 30 TI, для монтажу на панелі або для утопленого монтажу з тильним підключенням - Розмір (ШхВхГ). мм: 155х177х165 - При виїмці внутрішнього блоку струмові ланцюги закорочуються. - Ступінь захисту: МЭК 529' IP 52 ІК 07 - Вага 2 9 кг - Підключення: гвинтові затиски М4 / фостони
14	Стандарти	Стандарти МЭК і ANSI - Відповідає МЭК 947-1

3.4 Багатофункціональний захист ліній електропередач та трансформаторів

Застосування багатофункціонального пристрою захистів ліній електропередач та трансформаторів типу MiCOM P125, P126, P127 (рис.3.1):

- промислові електричні мережі
- розподільні електромережі
- підстанції високої та середньої напруги
- трансформатори високої, середньої та низької напруги



Рисунок 3.4 - Багатофункціональний мікропроцесорний пристрій типу MiCOM P125 (P126, P127)

Функції універсальних пристроїв основного і резервного струмового захисту MiCOM P125, P126, P127 приведені в таблиці 3.7

Таблиця 3.7 – Функції універсальних пристроїв основного і резервного струмового захисту

Коди ANSI	Функції	MiC OM P125	MiC OM P126	MiC OM P127
67N/50N/51N	Спрямований / неспрямований ЗНЗ (три ступені)	X	x	x
67/50/51	Спрямований/неспрямований МСЗ (три ступені)	-		X
50/51	Трифазна МСЗ (три ступені.)	-	X	-
32N	Захист по потужності (P_o або $I_o \cos$) - два ступені	X	X	X
	Виявлення обриву проводу		X	X
37/37N	Захист мінімального струму		X	X
46	МСЗ зворотної послідовності	-	X	X
49	Захист від термічного перевантаження	-	X	X
27	Захист від зниження напруги (2 ст.)	-		X
59	Захист від підвищення напруги (2 ст.)			X
59N	Захист від підвищення напруги нульової послідовності (4 ст.)	X	X	X
79	Трифазне АПВ (4 цикли)	-	X	X
50BF	ПРВВ	-	X	X
	Контроль і керування вимикачем		X	X
	Логіка блокування	X	X	X
	Датчик початкового навантаження		X	X
	Селективна логіка		X	X
	Миттєвий вихід			
	Програмувальна логіка "И"	X	X	X
	Кількість груп уставок		X	X
	Вимірювання	1	2	2
	Реєстрація пошкоджень	X	X	X
	Реєстрація подій	-	X	X
	Реєстрація осцилограм	-	X	X
	Засоби тестування	-	X	X
	Самодіагностика	X	X	X

Продовження таблиці 3.7

	Підключення до мережі передачі інформації	X	X	X
	Порт на лицьовій панелі RS232	X	X	X
	Програмна підтримка (MiCOM S1)	X	X	X
	Число вихідних реле	6	8	8
	Число дискретних входів	4	7	7
	Габаритні розміри (ШхВхГ), мм	102x 177x 247,1	154,2 x 177x 247,1	154.2 x 177x 247,1
	Вага, кг	3.0	4,0	4,2

Технічні характеристики багатофункціональних захистів ліній електропередач та трансформаторів типів MiCOM P125, P126, P127 приведені у таблиці 3.8

Таблиця 3.8 Технічні характеристики багатофункціональних пристроїв захисту типів MiCOM P125, P126, P127

№	Найменування	Технічні характеристики
1	Струмові входи Фазний струм	Номінальний струм: 1 або 5 А - Навантаження: до 0.3ВА (5А) - Стійкість: - 1 секунда @ 100 x І _н , - 2 секунди @ 40 x І _н , - Довгостроково @ 2 x І _н .
2	Струм замикання на землю	Номінальний струм: 1 або 5 А - Навантаження: < 0.01ВА при 0.1І _о (5А) - Стійкість: -1 секунда® 100 x І _н - 2 секунди @ 40 x І _н - Довгостроково @ 2 x І _н
3	Виявлення обриву проводу (тільки P126, P127)	- Ступінь І2/І1: 20 - 100% - Витримка часу: 0 - 14400 с

Продовження таблиці 3.8

4	Напруга живлення	Напруга живлення постійного струму: 24 - 250 В - Напруга живлення змінного струму: 110 - 250 В; 50/60 Гц - Навантаження: $< 2 \text{ Вт} + 0.25 \text{ Вт}$ на кожен дискретний вхід До 5 ВА при живленні напругою змінного струму - Припустиме відхилення напруги: 0.8 - 1.2 $U_{\text{ном}}$ - Припустима перерва напруги живлення постійного струму: 500 мс
5	Вихідні реле	Наявність реле контролю справності - Стійкість (0.2 с) 30 А - Номінальний струм 5 А
6	Зв'язок	Тип: 2-х провідна RS 485, статі напівдуплекс, ізольована Швидкість передачі; 300 + 38400 бод - Протокол: MODBUS RTU, Courier або МЭК 60870-5-103 - Порт RS232 на лицьовій панелі для програмування
7	Користувальницький інтерфейс	Дисплей: 2x16 знаків, з підсвічуванням - Світлодіоди: 8 включаючи 4 програмні - Клавіатура: 7 клавіш - Мова: Російський, Англійський
8	Корпус	- для P125 виконання 20ТІ (102x158x247мм) - для P126 і P127 виконання 30ТІ (154x158x247мм)
9	Навколишнє середовище	Температура: МЭК 255-6 Експлуатація: -25°C - 55°C Збереження: -25°C - 70°C - Вологість: МЭК 68-2-3 •

Продовження таблиці 3.8

10	Технічні характеристики	- Діелектрична стійкість: МЭК 255-5 - Імпульсна напруга: МЭК 255-5 - Швидкий перехідний процес: МЭК 1000-4-4; ANSI C37.90.1 - Високочастотний імпульс: МЭК 1000-4-1, клас 3 - Радіочастотний імпульс: МЭК 1000-4-3; ANSI C37.90.2 - Електростатичне розвантаження: МЭК 1000-4-2 - Напруга живлення: МЭК 255-11, VDEW; пульсація: 12%, припустимий перерва напруги живлення постійним струму: 50 мс - Вібрація: МЭК 255-21-1, клас 2 - Струшування й удари: МЭК 255-21-11 Клас 1' - Сейсмостійкість: МЭК 255-21-3 Клас 1
11	Стандарти	Відповідає МЭК 947-1

3.5 Пристрої захисту та автоматики електродвигунів

Цифрові пристрої захисту та автоматики типів MiCOM P211, (рис.3.5), MiCOM P220, MiCOM P241 забезпечують більш ефективний та надійний захист і керування електродвигуном у порівнянні з традиційними електромеханічними реле, завдяки наступним своїм перевагам:

- висока швидкодія,
 - гнучка конфігурація,
 - наявність логічних функцій,
 - висока точність вимірів і чутливість,
 - точне визначення температури електродвигуна незалежно від змісту гармонік у струмі,
 - висока швидкодія,
 - гнучка конфігурація,
 - наявність логічних функцій,
 - висока точність вимірів і чутливість,
 - точне визначення температури електродвигуна незалежно від змісту гармонік у струмі,
 - можливість роботи з локальною мережею та EOM, а також можливість дистанційного керування,
 - зниження вартості технічного обслуговування,
- реєстрація подій, аварій і осцилограм,
- малі габарити, висока надійність, що забезпечується постійним і циклічним самотестуванням та інше.



Рисунок 3.5 - Пристрій захисту й автоматики типу MiCOM P211

Функції пристроїв захисту й автоматики для електродвигунів приведені в таблиці 3.9

Таблиця 3.9 – Функції пристроїв захисту й автоматики для електродвигунів

Коди ANSI	Функції	MiCO M P211	MiC OM P220	MiCO M P241
67N	Спрямований ЗНЗ	-	-	X
50N/51N	ЗНЗ	-	2 ст.	X
67	Спрямований МСЗ		-	X
50	Струмова відсічка		X	X
51	Трифазний МСЗ	1 ст.		2 ст.
32N/64N	Захист по потужності нульової послідовності			X
	Виявлення обриву проводу	X	-	X
37	Захист мінімального струму	1 ст.	X	X
46	МСЗ зворотної послідовності	-	2 ст.	2 ст.
49	Захист від термічного перевантаження	1 ст.	2 ст.	X
27	Захист від зниження напруги	-	-	2 ст.
59	Захист від підвищення напруги	-	-	2 ст.
59N	Захист від підвищення напруги нульової послідовності	-		2 ст.
81	Захист від зниження/підвищення частоти	-	-	2 ст.
	ПРВВ	-		X
	Контроль ресурсу і керування вимикачем		X	X
55	Захист від виходу із синхронізму	-		X
	Датчик початкового навантаження (пуск-підвищення)	-		X
	Логіка		X	X
	Миттєвий вихід		X	X
	Групи уставок	1	2	4
50S/51L R	Захист від заклинювання ротору	-	X	X
66	Обмеження числа запусків		X	X

Продовження таблиці 3.9

48/51	Тривалий запуск		X	X
27LV	Аварійний перезавантаження	-	X	X
47	Контроль наявності напруги	-	.	X
86	Замикання вихідних реле		X	X
	Реєстрація подій, пошкоджень і осцилограм	-	X	X
	Запам'ятовування максимальних значень	-	X	-
	Підключення до мережі передачі інформації	X	X	X
26	Кількість температурних датчиків	1	6	10
	Кількість вихідних реле	2	6	8
	Кількість дискретних входів	2	5	8
	Габаритні розміри (ШхВхГ), мм	100,0. x 75,0x 116,0	155, 0x 177,0 x 164,9	206,0x 177,0x 270.0

3.6 Пристрої диференціального захисту збірних шин електричних підстанцій

Короткі замикання на збірних шинах розподільних підстанцій або підстанцій магістральних мереж бувають відносно рідко, але наслідки їх можуть бути дуже важкими з точки зору збитку, який наноситься устаткуванню. Так, наприклад, поділ шин на незалежні секції дає можливість перекладу частини навантаження на непошкоджену секцію при ушкодженні на сусідній секції. Однак такі міри можна розглядати лише в якості попереджувальних для ліквідації наслідків аварії. Вони ефективні тільки в тому випадку, якщо є устаткування захисту збірних шин, що повино відповідати наступним вимогам:

- швидкодія,
- селективність,
- чутливість до внутрішніх пошкоджень,
- стійкість до всіх зовнішніх пошкоджень.

Таким вимогам відповідає мікропроцесорний пристрій диференційного захисту збірних шин типу MiCOM P740 (рис. 3.6). Він може проводити виміри електричних величин (частота вибірки - 2400 МГц), має високу чутливість до внутрішніх пошкоджень на збірних шинах і зберігає стабільність в умовах зовнішніх ушкоджень.

Пристрій MiCOM P740 можна застосовувати для різних підстанцій, оскільки не існує обмеження рівня напруги:

- розподільні підстанції середньої та високої напруги;
- підстанції магістральних мереж високої і понад високої напруги;
- далеко розташовані підстанції залізничних мереж з 2-ма секціями шин;
- підстанції з глухо та ефективно заземленою нейтраллю або заземленою через опір;
- гідроакумулюючі електростанції.



Рисунок 3.6 - Пристрій диференціального захисту збірних шин типу MiCOM P740

З'єднання модулів пристрою виконане через оптоволоконний кабель. Кожен периферійний пристрій має один кабель для передачі, і один для одержання інформації.

До кожного головного пристрою можуть бути підключені до 32 пар оптоволоконних кабелів від периферійних пристроїв. Кожен головний пристрій має зв'язок з цифровою системою керування по протоколах - Courier, Modbus, МЭК 60870-5-103, DNP3.0, UCA2.0

Відстань від головного пристрою до периферійного пристрою, у випадку їх децентралізованого розташування, не повинне перевищувати 1 км.

МіСОМ Р740 забезпечує:

- захист збірних шин;
- максимальний струмовий захист;
- захист у «мертвій зоні»;
- ПРВВ;
- програмувальну логіку;
- контроль ланцюгів ТС;
- контроль і своєчасне технічне обслуговування вимикача;
- безперервний моніторинг стану вимикача;
- вимір електричних величин;
- реєстрацію подій і пошкоджень;
- реєстрацію осцилограм.

Апаратне забезпечення головного пристрою - розмір 19 дюймів - 4U:

- 8 дискретних входів;
- 8 вихідних реле;
- 8 плат передачі інформації;
- 4 периферійні пристрої на кожну плату передачі інформації;
- 1 плата основного мікропроцесора;
- 1 плата співпроцесора;
- 12 світлодіодів ЖКД із підсвічуванням.

Апаратне забезпечення головного пристрою - розмір 8 дюймів-4U:

- дискретні входи: 16 для Р742 і 24 для Р743;
- універсальні дискретні входи - програмувальна напруга акумулятора;
- вихідних реле: 8 для Р742 і 16 для Р743;
- струмові входи: 3 фазних + 1 струму нульової послідовності;

- входи вимірювальних трансформаторів струму мають два номінали (1/5A) 1 плата основного мікропроцесору;
- 1 плата сопроцесору;
- 12 світлодіодів;
- рідино кристалічний дисплей із підсвічуванням;
- акумулятор: запам'ятовується точна копія схеми

3.7 Універсальний захист по частоті

Реле частоти у пристрої MiCOM P-940 забезпечує точний вимір частоти при її зниженні та відновленні. Великі функціональні можливості гарантують оптимальне використання для виконання функцій автоматичного частотного розвантаження (АЧР) та частотного автоматичного повторного включення (ЧАПВ) і захисту генераторів від ненормальних частотних режимів.

Реле серії MiCOM P-940 здійснює контроль частоти та забезпечує спрацьовування захисту по частоті і відключення навантаження для досягнення стійкості енергосистеми. Сполучення різних елементів захисту по частоті забезпечує правильну роботу у різних ситуаціях.

Захист забезпечує оптимальне відключення навантаження для підтримки стійкої частоти в системі.

Функції та технічні характеристики реле серії MiCOM P-940 приведені в таблиці 3.10

При швидкому зниженні частоти, схема відключення навантаження може бути доповнена пристроєм контролю швидкості зміни частоти (df/dt). Зниження частоти при розгойдуванні системи відслідковується за більш тривалий період часу з використанням середньої швидкості зміни частоти ($\Delta f/\Delta t$).

Навантаження може відключатися по двом принципам: відключення по категоріях споживачів; покрокове навантаження. Живлення споживачів автоматично відновлюється при відновленні допустимого рівня частоти.

Таблиця 3.10 – Функції та технічні характеристики пристроїв серії MiCOM P-940

Код	Функції та технічні характеристики	P941	P942	P943
	Точність краща, ніж 0,01 Гц	+	+	+
	Чотири незалежних вимірювальних органи частоти на ступінь			+
f + t	Контроль підвищення / зниження частоти з витримкою часу (6 ст.)	+		+
df/dt + 1	Контроль швидкості зміни частоти з витримкою часу (6 ст.)	+		+
f + df/dt	Контроль частоти і швидкості її зміни (6 ст.)	+		+
f + Δf/Δt	Контроль частоти і середньої швидкості її зміни (6 ст.)			
	Аварійний захист генератора	+	+	+
	Нагромадження часу експлуатації генератора з аварійною частотою			+
81	Захист від зниження/підвищення напруги (2 ст.)			+
	Контроль справності ланцюгів напруги	+	+	+
	Користувач установлює блокування по зниженню напруги	+	+	+
	Програмувальна схема логіки		+	+
	Реєстрація подій, несправностей і осцилограм	+	+	+
	Порт зв'язку на лицьовій панелі RS232	+	+	+
	Порт зв'язку на задній стінці реле RS485	+	+	+
	Кількість груп уставок	4	4	4
	Кількість дискретних входів	8	8	16
	Кількість вихідних реле	7	14	
	Габаритні розміри (ШхВхГ). мм	206х 177х 270	206х 177х 270	309х 177х 270
	Маса, кг	5,4	5,8	7,0

3.8 Універсальна система керування у енергосистемах

Універсальна система MiCOM SIC спеціально розроблена для електричних підстанцій, які використовують цифрові реле й інші цифрові пристрої для захисту, спостереження і керування електричними системами.

Пристрій типу MiCOM S10 поєднує функції захисту та графічного зображення даних. Система легко конфігурується, тому можливо її застосування як для промислових, так і для розподільних мереж.

Доцільність застосування системи MiCOM SIC існує як для нових підстанцій, так і для підстанцій, що реконструюються. При цьому використовується високо надійний зв'язок, який дозволяє зчитувати і керувати даними для їх графічного представлення, керувати цифровими пристроями, а отже зв'язаною електричною системою MiCOM S10.

Універсальна система MiCOM S10 індивідуально конфігурується до кожної електричної системи та може використовуватися, щоб доповнювати або замінювати стандартні системи керування. Використання стандартних прототипів дозволяє системі пропонувати гнучкі і відкриті умови зв'язку.

Особливості інтерфейсу користувача:

- контроль об'єкту в режимі реального часу з показом лінійної діаграми, зв'язаної з положенням вимикачів. Логічне збільшення ділянок зображення;
- керування вимикачем захищено паролем;
- виміри в режимі реального часу;
- обчислення активної і реактивної потужності;
- підтвердження сигналізації;
- послідовний у часі список подій;
- реєстрація і печатка команд керування;
- архівація даних і динаміка їх змін;
- доступ оператора обмежений паролем;
- зчитування і зміна уставок у реле захисту;
- витяг осцилограм і їхній аналіз;
- спостереження і діагностика.

Важливою особливістю пристрою MiCOM S10 є гнучкість архітектури, що разом з використанням стандартних протоколів, дозволяє установку системи на підстанції з різною компоновкою. Це

також дає можливість одночасного зв'язку з різними мережами, протоколами і цифровими пристроями. Стандартна архітектура системи MiCOM S10 складається з інтерфейсу користувача, ліній зв'язку і пристроїв захисту. Один персональний комп'ютер (ПК) може використовуватися для забезпечення зв'язку з вісьма послідовними інтерфейсами зв'язку. Віддалений інтерфейс користувача може бути підключений за допомогою модемів. Можливості роботи з мережами пропонують просте розширення архітектури.

Незалежно від протоколу зв'язку і конструкції реле, система диспетчерського керування MiCOM S10, допускає інтеграцію пристроїв захисту від різних фірм.

Кілька рівнів конфігурації стандартної системи MiCOM S10 забезпечуються з базисного рівня. Це дозволяє швидко і просто виготовити більш розширену конфігурацію для нової підстанції або електростанції по технічних умовах замовника.

Ємність системи MiCOM S10:

- До 32000 елементів даних застосовуються на підстанції.
- ПК має до 8 мереж передачі даних.

Об'єднання цифрових пристроїв

- Modbus для реле MiCOM. MODN.
- Кур'єр для серій реле K і L.

Використання стандартних програм:

- PC / Windows NT.
- Локальна мережа Ethernet.
- Фактичні стандарти для мережі зв'язку ModBus або K-Bus/Courier.

Зв'язок здійснюється :

- RS485/MODBUS
- RS485 асинхронний режим. 2 проводу, напівдуплекс.
- 38 КБод/с.
- До 32 пристроїв у мережі зв'язку. K-Bus/Courier
- RS485 базується на синхронному режимі по 2 проводам.
- Протокол Courier.
- 64 Кбит/с.
- До 32 пристроїв в одній мережі зв'язку.
- Зв'язок з верхнім рівнем керування по протоколі МЭК 60670-5-101

4 ЗМІСТ ЗВІТУ

4.1 Тема, мета, обладнання.

4.2 Відповіді на контрольні запитання.

5 ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

1. Призначення мікропроцесорного пристрою МРЗС-05?
2. Які функції виконує мікропроцесорний пристрій МРЗС-05?
3. Які вимірювання забезпечує пристрій МРЗС-05?
4. Які релейні захисти і автоматичні функції може виконувати пристрій МРЗС-05?
5. Які події реєструє пристрій МРЗС-05?
6. Діапазон уставок по струму і часу МСЗ пристрою МРЗС-05?
7. Який економічний ефект досягається використанням цифрових пристроїв ALSTOM?
8. Технічна характеристика пристрою УЗА-10А(В)?
9. Призначення пристроїв МіСОМ Р124.
10. Переваги пристроїв МіСОМ Р211, 220, 241.
11. Призначення пристроїв МіСОМ Р740.
12. Призначення пристроїв МіСОМ Р940.
13. Призначення пристроїв МіСОМ S10.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Андреев В.А. Релейная защита и автоматика систем электроснабжения/ В.А. Андреев. – М.: Высшая школа. – 2007.–639 с.
2. Федосеев А. М., Федосеев М. А. Ф Релейная защита электроэнергетических систем: Учеб. для вузов/А.М. Федосеев, М.А. Федосеев — 2-е изд., перераб. и доп.— М.: Энергоатомиздат, 1992.— 528 с.
3. Беркович М.А. Основы техники релейной защиты/ М.А. Беркович, В.В. Молчанов, В.А. Семенов. - М.: Энергоатомиздат, 1984.-433 с.
4. Чернобровов Н.В. Релейная защита/ Н.В. Чернобровов. - М.: Энергия, 2012.-680с.
5. Махлін П.В. Конструкції та принципи дії реле на різних елементних базах. Навчальний посібник/ П.В. Махлін, О.А. Шрам, Є.П. Іваненко.- НУ «Запорізька політехніка», 2020, 112с.
6. Стогний Б.С. Микропроцессорные системы в энергетике/ Б.С. Стогний, В.В. Рогоза, А.В. Кириленко. - Киев „Наукова думка”,1998г.- 230с.
7. Ванин В.К., Павлов Г.М. Релейная защита на элементах вычислительной техники/ В.К. Ванин, Г.М. Павлов. - Л.: Энергоатомиздат, 1991.-336 с.
8. Яндульський, О. С. Релейний захист. Цифрові пристрої релейного захисту, автоматики та управління електроенергетичних систем [Електронний ресурс] : навчальний посібник / О. С. Яндульський, О. О. Дмитренко ; НТУУ «КПІ». – Електронні текстові дані (1 файл: 1,36 Мбайт). – Київ : НТУУ «КПІ», 2016. – 103 с.
9. Кідиба В. П Релейний захист електроенергетичних систем Навчальний посібник. Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2015. 504 с.
10. Дьяченко М.Д. Цифровая защита (аппаратное и алгоритмическое обеспечение): Учебное пособие/ М.Д. Дьяченко, С.К. Поднебенная.–Мариуполь: ГВУЗ «ПГТУ», 2014. –304с.: ил. ISBN978-966-604-146-6 образования и науки, молодежи и спорта Украины как учебное пособие для студентів.
11. Мельников М. А. Релейная защита и автоматика элементов систем электроснабжения промышленных предприятий: учебное

пособие М.А. Мельников – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2008. – 218 с.

12. Надежность цифровых устройств релейной защиты. Показатели. Требования. Оценки .Захаров Олег Георгиевич. Издательство [Инфра-Инженерия](#) ISBN 978-5-9729-0073-2. -2014. - 128с.

13. Шнеерсон Э.М. Цифровая релейная защита / Э.М. Шнеерсон. – М.: Энергоатомиздат, 2007. – 547 с.

14. В.Ф. Надеин. Релейная защита и автоматика. Учебное пособие для вузов / Надеин В.Ф., С.В. Петухов, Радюшин В.В. - Архангельск. – 2015. - 98