

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ  
НУБІП України  
Навчально-науковий інститут енергетики, автоматички і  
енергозбереження

НУБІП України  
ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ  
Завідувач кафедри електротехніки,  
електромеханіки та  
електротехнологій

НУБІП України  
О.В. Окушко  
р.

НУБІП України  
ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ БАКАЛАВРА

НУБІП України  
на тему: «Модернізація за Smart технологією релейного захисту і  
автоматики розподільного пункту РП-10 кВ ДТЕК «Київські  
електричні мережі»»

НУБІП України  
Спеціальність 141 "Електротехнології в біоенергетичних системах"  
Керівник дипломного проєкту магістра:  
Професор Каплун В.В.  
(науковий ступінь та вчене звання) (підпис) (ПІБ)

НУБІП України  
Виконав: Подольський А.М.  
підпис) (ПІБ студента)  
КИЇВ - 2022

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ  
Навчально-науковий інститут енергетики, автоматички і  
енергозбереження

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ  
Завідувач кафедри електротехніки,  
електромеханіки та  
електротехнологій

О.В. Окушко

ЗАВДАННЯ

на виконання дипломного проекту магістра студенту

Подольському Андрію Миколайовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

Спеціальність 141 «Електротехнології в біоенергетичних системах»

(код і назва)

Тема дипломного проекту бакалавра: Модернізація за Smart-технологією релейного захисту і

автоматики розподільного пункту РП-10 кВ ДТЕК «Київські електричні мережі

затверджена наказом ректора НУБіП України від “00” 00 2020 р. № 00

Термін подання завершеної роботи на кафедру \_\_\_\_\_ 00

(рік, місяць, число)

Вихідні дані до дипломного проекту бакалавра Завдання кафедри на виконання дипломного  
проекту магістра. Відповідна наукова література, що відповідає тематиці дипломного проекту  
бакалавра.

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

Технологічне обладнання РП-10 кВ

Побудова та дослідження математичної моделі об'єкта керування

Реалізація модернізації алгоритму захисту, системи автоматичного керування та дистанційного управління на РП-170/10 кВ в місті Київ.

Реалізація алгоритму керування об'єктом.

Електротехнічна частина.

6. Техніко-економічне обґрунтування системи.

Питання безпеки та екологічності проекту

Дата видачі завдання “00” 00 2022 р.

Керівник дипломного проекту бакалавра Капун В.В.

З

а

в

д

а

**ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ МАГІСТРА**

**Подольський Андрій Миколайович**

р.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України



## ЗМІСТ

### ВСТУП

### РОЗДІЛ 1. Технологічне обладнання РП 10 кВ

1.1 Загальна інформація.

1.2 Закрита розподільча установка 10 кВ.

1.3 Елементи РП-10 кВ

1.4 Візок вимикача

1.5 Заземлюючі пристрої

1.6 Трансформатор струму 10-Кв.

1.7 Трансформатор струму ТПЛ-10.

1.8 Шафа оперативного струму (ШОС).

1.9 Шафа власних потреб

1.10 Розробка спрощеної функціональної схеми РП

### РОЗДІЛ 2. Побудова та дослідження математичної моделі об'єкта керування

2.1 Розроблення математичної моделі РП

2.2 Алгоритм роботи основних захистів на РП

### РОЗДІЛ 3. Реалізація алгоритму захисту на РП

3.1 Розроблення моделі переведення РП на цифровий зв'язок

3.2 Архітектура цифрового РП

3.3 Протокол IEC 61850 та його використання для захисту обладнання РОЗДІЛ

### Призначення MRZS-F

4.2 Специфікація

4.3 Конструкція MRZS-F

4.4 Структура і робота пристрою MRZS-F

4.5 Характеристики функцій контролю, індикації і управління

4.6 Місцевий/дистанційний режим роботи

4.7 Реєстрація

4.8 Ручне управління

4.9 Індикація

4.10 Робота MRZS-Е ПК

4.11 Робота в АСКУ

## РОЗДІЛ 5. Розробка моделі оперативного-диспетчерського управління

5.1 Призначення

5.2 Умови виконання і запуск програми

5.3 Основні налаштування

5.4 Виконання ручного введення ТС або виконання команди ТУ

5.5 Архів даних

5.6 Архів подій

5.7 Графіки

5.8 Осцилограми

5.9 Налаштування проєкту

5.10 Налаштування користувача

5.11 Редактор схем

## РОЗДІЛ 6. Розроблення системи захистів та випробування її на спрацювання від випадкових збурень

6.1 Показники САР при випадкових збуреннях

6.2 Визначення часу квантування

## РОЗДІЛ 7. Техніко-економічне обґрунтування проєкту

7.1 Розробка принципової електричної схеми вторинних кіл влінії 1-кВ РП-179

7.2 Розроблення щита керування

7.3 Спрощена Структурно-функціональна схема РП

Спрощена структурна схема об'єкта

## РОЗДІЛ 8. Питання безпеки та екологічності проєкту

ВИСНОВОК

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

Список скорочень, використовуваних в тексті:

АПВ - автоматичне повторне включення;  
АСКУ - автоматизована система контролю та управління;  
АЧР - автоматична частотна розвантаження;

ВВ - високовольтний вимикач;

ВУ - верхній рівень АСКУ;

ДВ, Двх - дискретний вхід;

ДВО - Датчик волоконно-оптичний;

Двоє - дискретний вихід;

РКІ - рідкокристалічний індикатор; ЗДЗ

- Дуговий захист;

ЗЗ - захист від замикань на землю;

ЗНмакс - захист максимальної напруги;

ЗНмін - захист мінімальної напруги;

ЗОП - захист струму зворотної послідовності;

КЗ - короткий замикання;

КОФ - контроль урвища фази;

МТЗ - максимальна струмова захист;

МТЗ 0.4 - однофазний максимальний струмовий захист

0.4 кВ; НЗЗ - захист від замикань на землю спрямована;

ОВС - оптоволоконний дискретний

вхід; ЗМЗ - визначення місця

ушкодження ВТК - відділ технічного

контролю;

ПК - персональний комп'ютер;

ТЗНП - захист від замикань на землю по розрахунковий ЗІо;

ТТ - вимірювальний трансформатор

струму; ТУ - телеуправління;

УЗ - універсальна захист;

УРВ - пристрій резервування відмови вимикача; ЧАПВ -

частотне автоматичне повторне включення.

# НУБІП України

Популярний нині термін Smart grid ("Інтелектуальна" мережа) має декілька визначень.

Згідно з визначеннями, зокрема внесеними у словник Інституту інженерів з електротехніки та електроніки (ІЕЕ), Smart Grid – це така електроенергетична система, яка може інтелектуально інтегрувати роботу всіх її елементів (генераторів, мереж, споживачів електричної енергії) з метою забезпечення сталого та гарантованого електропостачання. В україномовній технічній літературі поряд із терміном “smart grid” іноді використовують вираз – “розумні електричні мережі” або “інтелектуальні електричні мережі”. Під цим розуміють декілька базових технологій, які перетворюють існуючі електричні мережі на так звані інтелектуальні. Реалізація принципів “розумних” електромереж насамперед вимагає впровадження та глобалізації автоматизованих систем моніторингу, інтелектуального керування та захисту, виключивши людський фактор. Це дозволить суттєво зменшити показник SAIDI (Індекс середньої тривалості перерв електропостачання в системі). Smart Grid – електрична мережа, що містить різноманітні оперативні та енергоощадні заходи, включаючи розумні лічильники, розумних споживачів, поновлювані джерела енергії та ресурси забезпечення енергоефективності. Електронне керування параметрами електроенергії, керування її виробництвом і розподілом є важливими аспектами розумної енергосистеми. Політика розумної енергосистеми у Європі організована на Європейській технологічній платформі розумних енергосистем. Розгортання технології розумних енергосистем також передбачає фундаментальний перегляд сфери послуг енергетики, хоча типове використання цього терміна фокусується на технічній інфраструктурі.

Проте усі вони сходяться на тому, що така мережа повинна забезпечувати :

- отримання інформації від постачальників електроенергії про її генерацію;
- отримання інформації від споживачів про витрату електроенергії;
- управління як виробництвом, так і споживанням електроенергії.

# НУБІП України



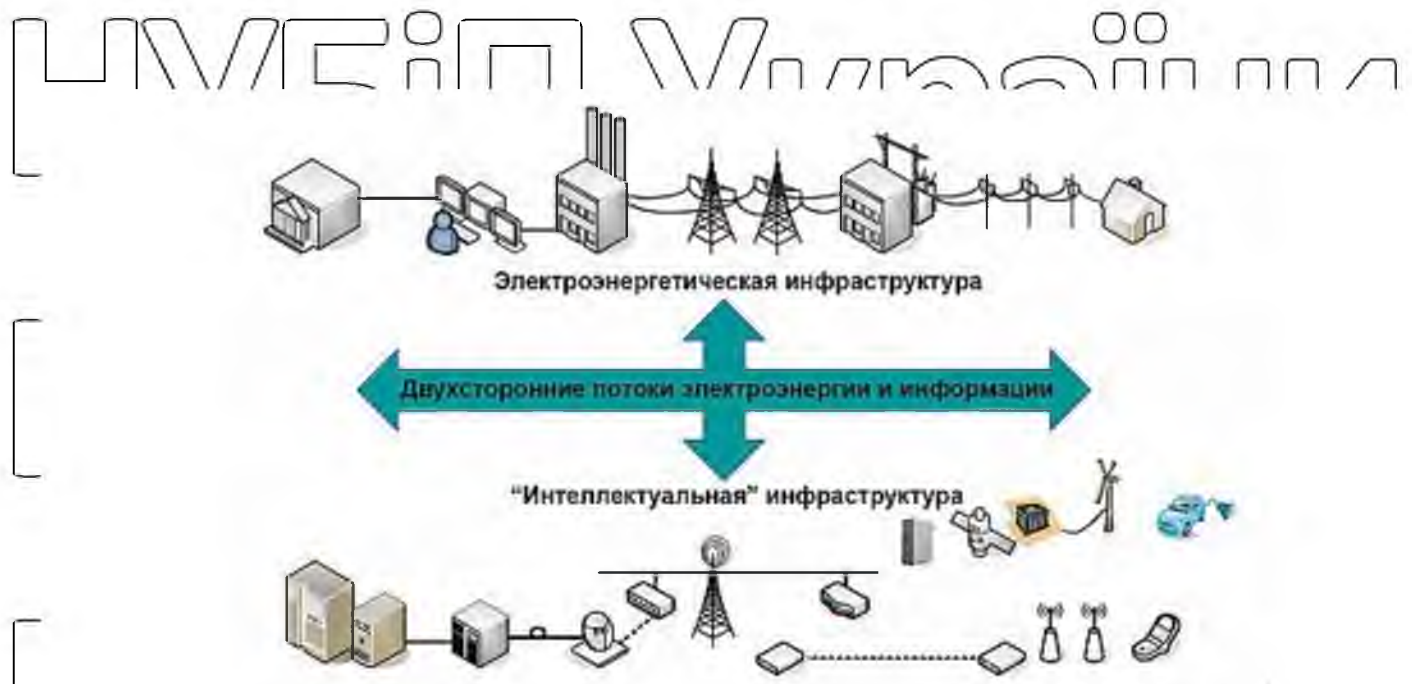


Рис. 1.1

Причому усе це повинно робитися в режимі реального часу і мати кінцевою метою досягнення максимальної ефективності роботи кожного елемента енергосистеми. Як бачимо, перед Smart grid ставляться досить складні завдання, тому створення такої системи, передусім, установка величезної кількості (багато десятків млн шт) мережних вимірювальних пристроїв і модернізація існуючих електромереж, вимагає величезних витрат як часу, так і фінансів.

Проте, США і країни

ЄС вже почали поступову модернізацію своїх електромереж, впроваджуючи якщо і не всю систему Smart, то її окремі елементи.

Світовий досвід впровадження систем Smart Grid включає в себе безліч проектів у всьому світі. Прийняті стратегічні документи для розвитку електроенергетики в ЄС (Директива 2004/8/ЄС від 11.02 2004 р. «Про розвиток когенерації на основі корисного тепла на внутрішньому енергетичному ринку»), США (Каліфорнія. План розвитку розосередженої генерації), Австралія (Програма з реформування енергетики Австралії). В країнах Європи розосереджена генерація складає приблизно 10 % від загального об'єму виробництва електроенергії. Для прикладу в Данії до 2020 року

планувався перехід на нетрадиційну енергетику 33 % загальної генерації, а до 2050 року повністю відмовитись від викопного палива. В США приблизно 12 млн. установок малої розосередженої генерації з одиничною потужністю до 60 МВт та загальною потужністю

понад 220 ГВт. Темпи приросту становлять порядку 5 ГВт на рік. В зарубіжних країнах розроблено і широко використовуються багато пристроїв, систем та програмного забезпечення для розумних мереж.

Разом з тим аварії в електромережі – на жаль, звичне явище для українських споживачів.

Середня тривалість планових відключень для клієнта за 2019 рік в нашій країні становила 478 хвилин. Це втричі більше, ніж в Євросоюзі. А середня тривалість позапланових відключень у нас становила 683 хвилини, що в 7 разів більше, ніж в ЄС. Водночас технологічні втрати електроенергії на її передачу та розподіл в українських мережах становили майже 12% від загального відпуску, або в понад 1,5 раза

перевищують середньоєвропейський рівень і понад удвічі – рівень втрат у розвинутих країнах.

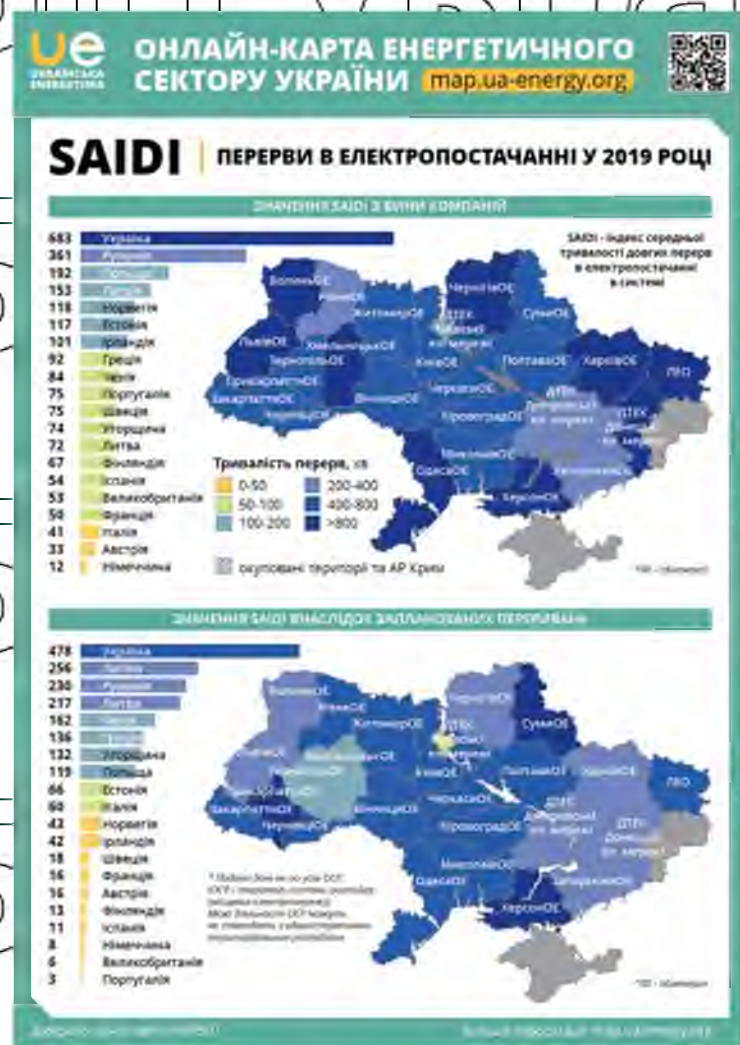
Подолати ці та інші негативні явища в електроенергетиці допоможе впровадження “розумних” мереж (Smart Grid). У Міненерго завершується розробка проєкту Концепції впровадження «розумних» мереж в Україні на період до 2035 року. Відповідно до прогнозу Міжнародного енергетичного агентства (МЕА), до 2030 року темпи зростання попиту на електроенергію в 1,5-2 рази випереджатимуть темпи зростання попиту на первинні енергоносії. За таких умов світові бракуватиме резервів потужності генерації, особливо в періоди пікових навантажень.

З огляду на стан наших електромереж – це не дивно. Відповідно до інформації, зібраній на онлайн-карті енергетичного сектору України, основними проблемами є високий рівень зносу мереж і брак фінансування на їх модернізацію. За даними Асоціації операторів розподільних електричних мереж, загальний показник зносу інфраструктури становить понад 70%. Щорічні втрати внаслідок зносу інфраструктури – до 15 млрд кВт-год електроенергії.



Україна поставила за мету до 2035 року зменшити технологічні втрати електроенергії до 7,5%. Що це означає в цифрах? “Якби такий показник було досягнуто в 2019 році, втрати електроенергії були б менші на 6 млрд кВт-год, що еквівалентно 3 млн тонн спаленого вугілля на ТЕС”, – зазначили в профільному Міністерстві. – Значна частина цих втрат є нетехнічними (комерційними). Цьому сприяє величезна кількість застарілих лічильників електроенергії, незадовільний рівень надійності електропостачання”.

За даними Міненерго, середня тривалість відключення клієнта за 2019 рік по Україні склала 478 хвилин для планових відключень, і 683 хвилини для непланових. У ЄС цей показник склав 160 і 102 хвилини, відповідно. Змінити ситуацію на краще має впровадження в нашій країні концепції “розумних мереж”.



Вона передбачає, по-перше, впровадження “розумного” обліку. Це має зменшити втрати електроенергії в мережі. По-друге йдеться про автоматизацію розподільчих мереж, що повинно значно покращити надійність електропостачання. По-

третє, запланована масштабна діджиталізація, перехід до концепції неперервного електропостачання (чи хоча б до мінімальних перерв на даному етапі).

В уряді ставлять амбітну мету за допомогою “розумних” мереж наблизити рівень якості та надійності електропостачання в Україні до кращих світових показників.

Крім того, це має призвести до зниження обсягів викидів CO<sub>2</sub> внаслідок зменшення використання палива на електростанціях.

Сучасна практика у сфері електроенергетики підтвердила економічну обґрунтованість об'єднання національних електроенергетичних систем у транснаціональні й трансконтинентальні. Це дозволяє забезпечити вільне перетікання електроенергії, отриманої з різних джерел, між регіонами та країнами.

Однак функціонування такої складної системи можливе лише за умови впровадження ефективних засобів її керування, контролю і захисту. Для вирішення викликів, що виникли в складних енергетичних об'єднаннях, у міжнародній практиці протягом останнього десятиліття сформувалася концепція Smart Grid.

По суті йдеться про оптимізацію керування. Зараз найбільші проблеми в енергосистемі – це аварії та низька надійність. Вони виникають, тому що в складних енергосистемах часто нескоординовано працюють системи протиаварійної автоматики, фахівці не врахували можливі зміни конфігурації чи режимів електричних мереж або електростанцій, які могли призвести до таких ситуацій.

Якщо в електроенергетичній системі виникає якась аварія, то вона протікає дуже швидко – менше секунди, і за умови неправильної роботи протиаварійної автоматики може далі викликати каскадний розвиток вимкнень електропостачання цілих регіонів.

“Розумні” мережі дозволять знизити експлуатаційні витрати й підвищити надійність електропостачання. Воно має стати безперервним. Усе це – завдяки автоматизованому керуванню перетоками потужностей, координації засобів централізованого та розосередженого генерування, цифровому моніторингу роботи електроенергетичної системи. В цьому переконаний генеральний директор ДТЕК



“Мережі” Іван Гелюх: “Ми впевнені, що сучасні та надійні електромережі, побудовані на автоматизації та цифрових рішеннях – основа для розвитку економіки країни”

## РОЗДІЛ 1. ТЕХНОЛОГІЧНЕ ОБЛАДНАННЯ РП-10 кВ

### Загальна інформація

В даному проекті буде описано систему модернізації за Smart технологією трансформації електроенергії на РП-170 10кВ та переоснащенні релейного захисту на цифровий зв'язок.

Основним об'єктом автоматизації є РП-170 (рис. 1.1).

РП (розподільча установка) — електроустановка, головне призначення якої – це прийом і розподіл електроенергії від електростанцій, генераторів, ліній електропередач тощо.



Рис. 1.1 РП-170

Передавання електричної енергії — технологія транспортування електричної енергії від місця її генерування до місця споживання. Це є одне з головних завдань енергетики. Електроенергія передається по електричних мережах, до складу яких входять лінії електропередачі (кабельні або повітряні), перетворювачі та розподільчі пристрої.

Схема забезпечення споживачів електроенергією (рис. 1.2) (засоби передавання електроенергії зображено блакитним кольором, генерування – зеленим, перетворення – зеленим, а споживачі - чорним)

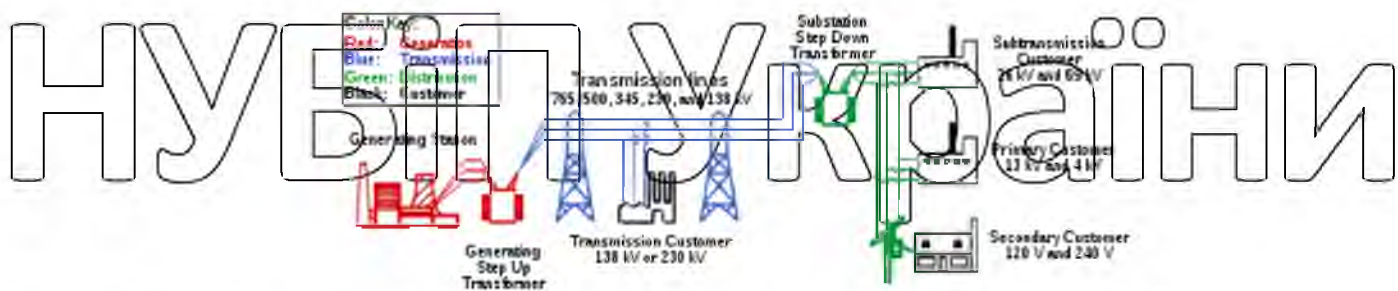


Рис. 1.2 Схема забезпечення споживачів

Електрична енергія виробляється на великих електростанціях з потужними агрегатами і не завжди такі установки знаходяться поблизу споживачів. Прагнення до скупчення генерувальних потужностей, пояснюється тим, що з їх зростанням, знижуються відносні витрати на спорудження електростанцій і зменшується вартість вироблення електроенергії.

До складу розподільних установок входять: вимикачі, роз'єднувачі, трансформатори струму і напруги, вимірювальні прилади, збірні шини, розрядники, реактори електричні. Для забезпечення можливості ремонту розподільних установок або ділянок електромережі, не припиняючи енергопостачання споживачів, збірні шини розподільних установок розділять на секції та системи.

Однією із останніх ланок енергопостачання є розподільча установка (РУ).

Нижче приведено призначення та будова даного об'єкту.

### 1.2 Закрита розподільча установка 10 кВ

Закрита розподільча установка напругою 10 кВ (далі ЗРУ 10 кВ) має таке призначення – це розподіл електричної енергії 10 кВ. Своє живлення вона отримує з двох високовольтних кабелів, які прокладені з ПС Університет 1/10/10 (лінія Університет 1, лінія Університет 2). Все обладнання (рис. 1.3) розподілене по високовольтних комірках. Через комутаційне обладнання вводів 10 кВ електроенергія, через шини, розподіляється по комірках секції.



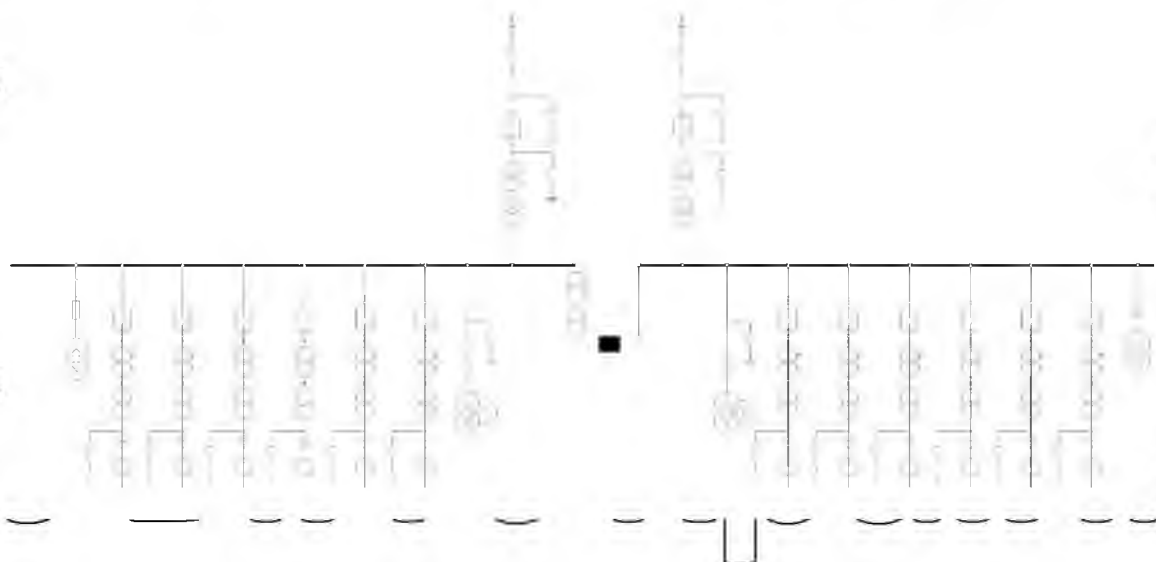


Рис. 1.3 ЗРУ 10 кВ

Сторона 10 кВ складається з двох секцій між якими знаходиться секційний вимикач. Кожна секція живиться з різних вводів (Університет №1, Університет №2). Це забезпечує можливість резервування. Щоб при аварії була можливість через секційний вимикач підключити до одного трансформатора.

Силові трансформатори працюють приблизно на 70% від своєї максимальної потужності. Це дає змогу при відключенні одного з них заживити дві секції.

Спрощену схему ліній, що приходять та відходять наведено на рис. 1.4.



# НУБІП України

Рис. 1.4 Спрощена схема ліній що приходять та відходять

## Елементи РП-10 кВ.

Сторона 10 кВ складається з двох секцій між якими знаходиться секційний вимикач. Кожна секція живиться з різних вводів, що знаходяться на підстанції Університет. Це забезпечує можливість резервування. Щоб при аварії була можливість через секційний вимикач підключити живлення обох секцій до одного вводу.

Вакуумні вимикачі ВВ / TEL призначені для роботи в комплектних розподільних пристроях (КРУ) і камерах стаціонарних однобічного обслуговування (КСО) внутрішньої і зовнішньої установки класу напруги до 20 кВ трьохфазного змінного струму 50 Гц для систем з ізольованою і заземленою нейтраллю.

В основі конструктивного рішення вимикача лежить використання пофазних електромагнітних приводів з «магнітною засувкою», механічно пов'язаних загальним, що не несе навантаження, валом-синхронізатором. Паралельно з'єднані котушки електромагнітних приводів фаз вимикача при виконанні команд підключаються до попередньо заряджених конденсаторів в блоках керування (БК / TEL). Така конструкція дозволила досягти наступних відмінних рис у порівнянні з традиційними вакуумними вимикачами (ВВ):

- висока надійність;
- відсутність необхідності технічного обслуговування протягом всього терміну служби;
- можливість установки в будь-яких розподільчих пристроях середнього класу напруги;
- широкий діапазон оперативних живлячих напруг;
- мале енергоспоживання від мережі оперативного живлення;
- функції телесигналізації;
- сертифікація виробів на відповідність національним стандартам країн-споживачів і міжнародним стандартам;



- широкий спектр сервісних послуг і підтримка замовника протягом всього життєвого циклу виробів;  
- екологічна чистота і безпека для навколишнього середовища.

Вакуумні вимикачі ВВ / TEL мають сертифікати відповідності стандарту міжнародної електротехнічної комісії IEC 56, сертифікат відповідності ГОСТ 687-78.

Вимикач розрахований на роботу в мережах змінного струму з напругою до 10 кВ і номінальним струмом до 2000 А при струмі відключення - до 31,5 кА. Повну технічну характеристику вимикача представлено в таблиці 1.1.

Гарантійний термін експлуатації - 5 років. Термін служби вимикачів становить 25 років, при цьому вони не вимагають профілактичних ремонтів і обслуговування в процесі експлуатації.

Сигнали, що надходять з вимикача в автоматизовану систему:

- положення вимикача вкл/викл;
- сигнал про несправність вимикача;
- сигнал про готовність вимикача до операцій;
- сигнал про знеструмлення від автоматичного вимикача, що живить коло управління вимикача.

Вакуумний вимикач ВВ / TEL-10 поставляється в складі вихватних елементів ВЕ / TEL і комутаційних модулів КМ / TEL-10, комплектних розподільних пристроїв серії КРУ / TEL-10 і реклоузера РВА / TEL-10.

Таблиця 1.1 Технічні характеристики вакуумного вимикача ВВ / TEL-

Параметр	Номинальний струм відключення (кА)/номинальний струм (А)		
	12,5/630; 20/630; 20/1000	20/1600	25/2000 ** 31,5/2000 **
Номинальна напруга, кВ	10		
Номинальний струм, А	630; 1000	1600	2000
Номинальний струм відключення, кА	12,5; 20	20	25; 31,5
Номинальний струм відключення одиночної конденсаторної батареї, А	800		
Випробувальна напруга промислової частоти, кВ	42		
Механічний ресурс, операцій В-0, не менше	50000 (150000 *)	30000	30000

Таблиця 1.1 Технічні характеристики вакуумного вимикача ВВ / TEL-

- відключень при номінальному струмі відключення	100	Візок
Власний час включення, мс, не більше	55	
Власний час відключення, мс, не більше	15	
Повний час відключення, мс, не більше	25	
Номінальний опір головних контактів, мкОм, не більше	60; 40	30 30
Максимальна температура навколишнього середовища, °С	+55	
Мінімальна температура навколишнього середовища, °С	-40	
Клас ізоляції по МЭК 932	2	
Група стійкості до механічних зовнішніх чинників, по ГОСТ17516.1	M6	M7 M7

**вимикача.** Викатні елементи з вакуумними вимикачами призначені для роботи в КСО класу напруги до 35 кВ. Зовнішній вигляд вимикача представлено на рис. 1.5.



Рис. 1.5 Візок вимикача 10 кВ

Викатний елемент має механізм доводки для переміщення з контрольного положення в робоче і механізм стопору в робочому і контрольному положенні. Викатний елемент може займати в корпусі комірки два фіксованих положення:

робоче – роз'єднуючі контакти головних і допоміжних кіл замкнуті;

контрольне – роз'єднуючі контакти головних кіл розімкнуті, а допоміжних кіл замкнуті.

Для огляду і ремонту викатний елемент може повністю викочуватися з корпусу комірки (ремонтне положення).

У робочому положенні викатний елемент здійснює комутацію високовольних кіл, в контрольному положенні виконується перевірка працездатності і технічне обслуговування.



Блокування не дає можливості переміщувати викатний елемент з одного положення в інше при ввімкненому вакуумному вимикачі і розмикає коло ввімкнення вимикача під час переміщення викатного елемента.

Викатний елемент не може управлятися автоматично – тобто не може отримувати ніяких команд. Він може передавати дані про своє положення в систему автоматизації.

**Заземлюючі пристрої.** Заземлюючий ніж – це механічний комутаційний апарат, який слугує для створення заземлення струмовідних частин для проведення ремонту.

Заземлюючий пристрій не може управлятися автоматично – тобто не може отримувати ніяких команд. Він може передавати дані про своє положення в систему автоматизації.

**Трансформатор струму 10-кВ.** Трансформатори напруги серії «НОМ» (рис. 1.6) призначені для роботи в комплекті з вимірювальними приладами і в ланцюгах захисту та сигналізації в електричних системах з номінальною напругою від 6 до 35 кВ включно.

Трансформатори НОМ є масштабними перетворювачами і призначені для вироблення сигналу вимірювальної інформації для електричних вимірювальних приладів і ланцюгів захисту та сигналізації в мережах з ізолюваною нейтраллю.



Рис. 1.6 НОМ-10

Трансформатори виготовляються для роботи в умовах помірного або тропічного клімату. Трансформатори типів НОМ-6 і НОМ-10 задовольняють вимогам сейсмостійкості 7 балів, шкалою MSK-64.

Трансформатори складаються з сердечника, виконаного з пластин електротехнічної сталі, обмоток з відповідною ізоляцією, розміщених у баку, заповненому трансформаторним маслом. Вводи первинних і вторинних обмоток трансформаторів розташовані на кришці бака. Трансформатори напруги НОМ-35 мають маслорозширювач, розміщений на високовольтних вводах первинної обмотки.

Таблиця 1.2 Технічні характеристики трансформатора НОМ 10

Характеристики	Значення
	НОМ-10
Ном. Напруга первинної обмотки, В	11000, 10500, 10000
Ном. Напруга вторинної обмотки, В	100
Ном. Потужність для класу точності, В·А: 0,5/1,0/3,0	75/150/300
Маса, кг	31
Розміри	324*324*478

У трансформаторів інших типів маслорозширювачі відсутні, рівень масла у них передбачений нижче кришки бака на 15 -20 мм.

Умови експлуатації:

- трансформатори призначені для роботи в закритому приміщенні;
- висота над рівнем моря - не більше 1000 м;
- температура навколишнього середовища від  $-45^{\circ}\text{C}$  до  $+40^{\circ}\text{C}$ ;
- навколишнє середовище не вибухонебезпечне.

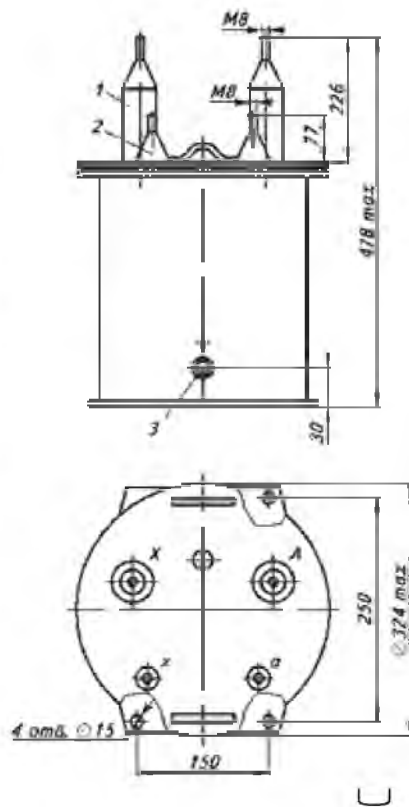
Необхідний захист від дотику, вологозахист і захист від перевантаження здійснюється установкою, в яку вбудовується трансформатор.

Технічні характеристики трансформатора НОМ 10 представлено в таблиці 1.2, а на рис. 1.7 показано загальний вигляд, габаритні і приєднувальні розміри трансформатора типу НОМ-10-66 У2

НУБІ

НУБІ

НУБІ



аїни

аїни

аїни

Рис. 1.7 Загальний вигляд, габаритні і приєднувальні розміри трансформатора типу НОМ-10-66 У2. 1. Введення ВН. 2. Введення НН. 3. Болт заземлення М8.

**Трансформатор струму ТПЛ-10.** Трансформатор струму ТПЛ-10 (рис.1.8) призначений для передачі аналогового сигналу вимірювальним приладам і пристроям захисту і управління, для ізолювання кіл вторинних з'єднань від високої напруги в розподільчих пунктах (ТП, РП, КТП) змінного струму частоти 50; 60 Гц класу напруги 10 кВ. Технічні характеристики трансформатора струму ТПЛ-10 показано в таблиці 1.3.

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ





Рис. 1.8 Зовнішній вигляд трансформатора струму ТПЛ-10: Т – трансформатор струму; П – прохідний; Л – зливою ізоляцією; 10 – клас напруги, кВ.

Таблиця 1.3 Технічні характеристики трансформатора струму ТПЛ-10

Характеристики	Значення
Номінальна напруга, кВ	



Най  
більш  
шаро  
бо  
ча

НУБІП України

напр  
уга,  
кВ

НУБІП України

Ном  
інал  
ьна  
част  
ота

НУБІП України

змін  
ного  
стру  
му,  
Гц

НУБІП України

Ном  
інал  
ьний

НУБІП України

перв  
инн  
ий  
стру  
м, А

10, 15, 20, 30, 40, 50, 75, 80, 100, 150, 200, 300, 400, 600, 750, 800, 1000

НУБІП України

Ном  
інал

5

НУБІП України

БНИЙ  
ВТОР  
ИНН

НУБІП УКРАЇНИ

СТРУ  
М, А

НУБІП УКРАЇНИ

КІЛЬ  
КІСТ

Б  
ВТОР

НУБІП УКРАЇНИ

ИНН  
ИХ  
ОБМ

ОТОК

НУБІП УКРАЇНИ

Таблиця 1.3 Технічні характеристики трансформатора струму ТНЛ-10

Клас точності:

ВТОР  
ИНН

НУБІП УКРАЇНИ

ОІ

ОБМ

0,2S; 0,5S; 0,5

ОТКИ

НУБІП УКРАЇНИ

ДЛЯ

ВИМІ

РЮВ

АНЬ

НУБІП УКРАЇНИ

-  
втор  
инн  
ої  
обм 10P  
отки  
для  
захи  
сту

НУБІП України

НУБІП України

Номінальне вторинне навантаження, В · А

НУБІП України

-  
втор  
инн  
ої  
обм  
отки  
для 1-2,5

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

Номінальна гранична кратність вторинної обмотки для захисту при номінальному первинному струму, А:

- 10  
-600 13

НУБІП України

- 75  
0,  
800

НУБІП України

- 10  
00

НУБІП України

Кратність трисекундного струму термічної стійкості, при номінальному первинному струму, А:

- 10  
-300

НУБІП України

Трансформатор виконаний у вигляді одновиткової прохідної конструкції.

Первинна обмотка представлена у вигляді стержня з прямокутними площадками для підключення шин первинних кіл. Трансформатор має дві вторинні, кожна з яких намотана на тороїдальний магнітопровід.

Корпус трансформатора виконаний із цільної споксидної обмотки.

Він є головною ізоляцією і виконує захист обмоток від кліматичних і механічних чинників.

Монтаж трансформатора відбувається за допомогою литого фланцю, в якому розміщені чотири отвори діаметром 14мм.

Основні сигнали, які передає - це сигнал про вимірний рівень струму приєднання за призначенням.

**Шафа оперативного струму (ШОС).** ШОС виконує функції безперервного постачання електричної енергії споживачам та має важливе значення для об'єкта при пропажі електроенергії в основному джерелі живлення. Виріб розрахований на струм від 10 до 2000 ампер, резервне електропостачання підтримується певний час за рахунок акумуляторів встановлених в шафі оперативного струму ШОС. У нормальному режимі

роботи шафа оперативного струму ШОТ живить споживачів електричною енергією та одночасно заряджає акумулятори.

Зовнішній вигляд ШОС, яка встановлена на РП-170, приведене на рис. 1.9.



Рис. 1.9 Зовнішній вигляд ШОС

Принцип роботи полягає у перетворенні змінної напруги в постійну напругу і підтримує стабілізовану постійну напруги на виході шафи, також забезпечується автоматичний заряд акумуляторів. При пропажі електричної енергії шафа оперативного струму ШОТ забезпечує живлення електроенергією вданого навантаження протягом певного часу. Відключення споживачів забезпечується контактором при досягненні напруги акумуляторної батареї значення 184 вольт з метою захисту акумуляторів від глибокого розряду.

**Шафа власних потреб.** Шафа власних потреб (ШВП) служить для живлення ланцюгів керування, обігріву, сигналізації, освітлення, вентиляції та інших потреб та об'єкти. Це

допоміжний трансформатор 10/0,4 Кв, що постачає електричну напругу для потреб РП (освітлення, оперативний струм...).

Зовнішній вигляд ШВП, яка встановлена на РП-170, приведено на рис. 1.10.



Рис. 1.10 Зовнішній вигляд шафи власних потреб

### Розробка спрощеної функціональної схеми РП

В результаті роботи над дипломним проєктом, мною було розроблено функціональну схему РП-170. Щоб не повторюватися у функціональній схемі, я зобразив тільки одну лінію приєднань. Функціональну схему приведено на рис.1.11.

З елементів комутаційного обладнання (викотних візків) в мережу надходять сигнали, що сигналізують їх положення (H.G) та команди автоматичної дії (J).

На всіх заземленнях, роз'єднувачах і вимикачах виконується ручна дія, тобто можливість управління комутаційним апаратом на місці, та моніторингу їх положення.

З трансформаторів струму збирається аналоговий сигнал (E) у вигляді струму номіналом 5 А, який перетворюється у цифровий сигнал протоколу IEC-61850. Також надходять сигнали технологічного та комерційного обліку (C).

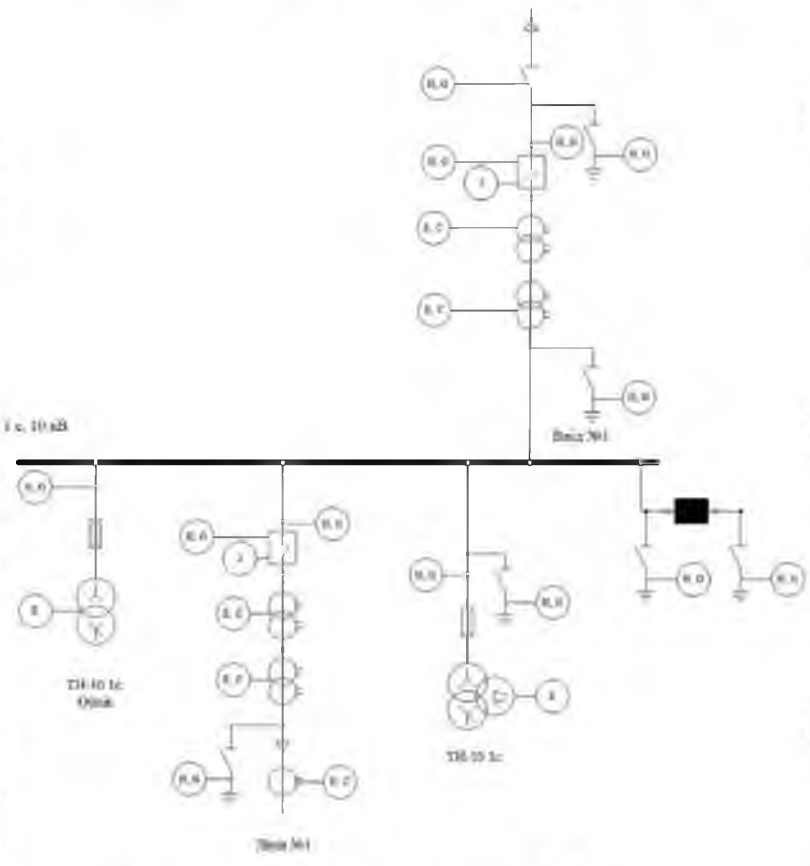


Також присутні два ТН, один для кіл обліку на який приходять сигнал обліку (С), та ТН кіл захисту, на який приходять електрична величина напруги 100 В, яка перетворюється у цифровий сигнал протоколу IEC-61850.

НУБІП

НУБІП

НУБІП



) НИ

) НИ

) НИ

Рис. 1.11 Спрощена функціональна схема РП

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

# НУБІП України

## РОЗДІЛ 2

### ПОБУДОВА ТА ДОСПІДЖЕННЯ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ

### ОБ'ЄКТА КЕРУВАННЯ

#### 2.1 Розроблення математичної моделі РП

Баланс потужностей математичної моделі енергетичної системи в даному проекті представлений у вигляді системи алгебраїчних рівнянь, що визначають баланс потужностей між спожитою і виробленою електричною енергією. Потужність ввсдів має дорівнювати потужностям ліній що відходять, формула 2.1. Повинен зберігатися баланс потужностей, тобто генерація – потужність, що приходить на РП повинна дорівнювати споживанню (потужності, що відходить з РП). На рис. 2.1 графічно показано потужності ліній.

SB Університет 1 SB Університет 2

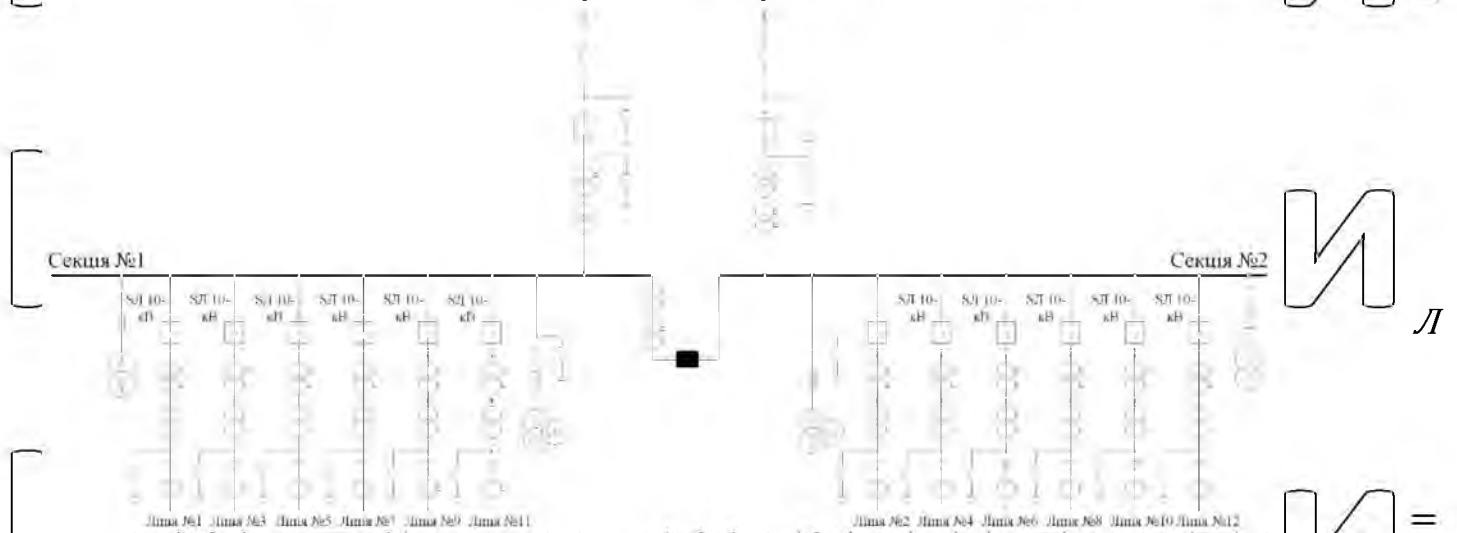


Рис. 2.1 Спрощена структурно-функціональна схема РП

У випадку, якщо втрачається баланс між сторонами рівняння є можлива загроза виходу з ладу обладнання споживачів, неконтрольоване вимкнення (блек аут) генеруючих потужностей енергосистеми та руйнування розподільчого енергообладнання.



Як приклад блек ауту, можна взяти події, які відбувалися в Техасі у лютому. Через сильні снігопади відбулося вимкнення генеруючих станцій, та люди, в свою чергу, погіршили ситуацію тим, що почали масово підключати електричні обігрівачі та інші предмети побуту.

Причинами цього можуть бути: зміна або вихід за необхідні межі частоти та напруги, перевищення струмів, несиметричний режим роботи електромережі.

Щоб запобігти виникненню даних ситуацій потрібно запроваджувати автоматичний захист (автоматичне вимкнення системи) та деякі типи автоматики для автоматичного відновлення системи.

Спрощена математична модель енергосистеми - це система алгебраїчних лінійних рівнянь, що за законами Ома та Кірхгофа описує баланс між виробленою електроенергією та спожитою (2.2).

Оскільки система трьохфазна, потужність визначається як система з трьох рівнянь.

$\alpha$  де:  $S$  – це потужність однієї фази;  $U$  – напруга на фазі;  $I$  – струм який протікає через фазу;  $120$  градусів – це фазний зсув.

$\beta$  У відповідності до того, які параметри мережі використовуються для захисту, математичну модель можна подати у векторному вигляді як векторну суму активної та реактивної складової, формула 2.3.

\* де  $\phi$  – це кут між вектором струму та напруги.

\* Потужність розраховують шляхом врахування активної і реактивної складових опору, формула 2.4

\* де  $R$  – Опір можна виразити за виразом 2.5 та 2.6

Як видно, в математичну модель включається частота  $f$ , що впливає на функціонування автоматичного розвантажувача частоти (далі АЧР)

# НУБІП України

У підсумку, ми виражаємо баланс потужностей шляхом використання векторної суми активної та реактивної потужності (вирази 2.7, 2.8)

=

= де: P - активна потужність, Q - реактивна потужність, EI - ерс.

# НУБІП України

## Алгоритм роботи основних захистів на РП-170 10 кВ

В ході роботи над дипломним проектом було розроблено схеми алгоритмів керування для захистів АВР, логічного захисту шин (ЛЗШ), автоматичного частотного розвантаження (АЧР).

Алгоритм роботи ЛЗШ працює наступним чином: на початку алгоритму перевіряється наявність струму короткого замикання на вводі та лінії, що відходить. При відсутності струму повертається на початок, а при наявності - йде далі. При наявності струму на лінії алгоритм йде далі на таймер та генерується блокуючий сигнал на ввід.

Після таймеру генерується команда на відключення вимикача лінії. На терміналі вводу після перевірки наявності струму йде перевірка блокуючого сигналу від лінії. За відсутності обох цих параметрів - ввід відключається. Графічно, алгоритм роботи ЛЗШ показано на рис. 2.2.



Рис. 2.2 Алгоритм спрацювання логічного захисту шин (далі ЛЗШ)

Алгоритм роботи АВР працює наступним чином - спочатку перевіряється положення ключа АВР. Якщо він включений – то алгоритм іде далі на блок під №3 де перевіряється наявність напруги на секції. У випадку, коли ключ АВР не ввімкнено програма повертається на початок (рис.2.3).

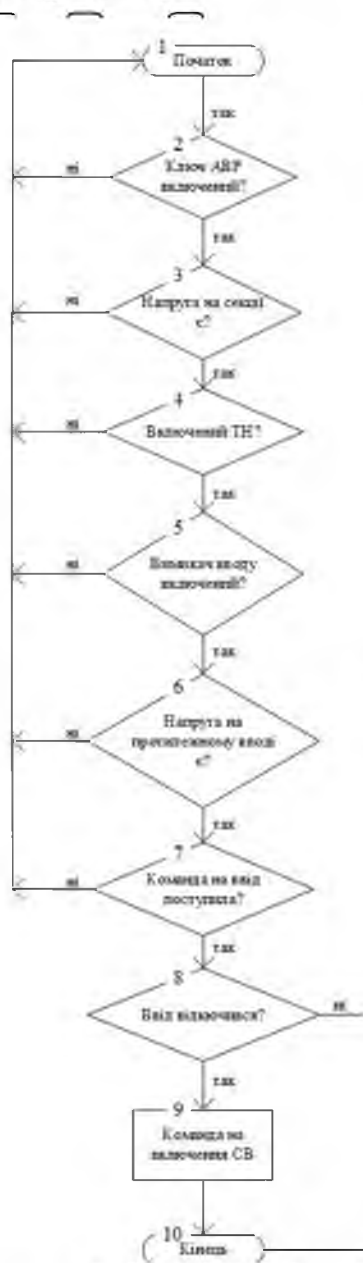


Рис. 2.3 Алгоритм роботи автоматичного вводу резерву (далі АВР)

При наявності напруги та ввімкненому ключі АВР алгоритм повертається на початок. При включеному ключі АВР та відсутності напруги – йде до наступного блоку де перевіряється положення автоматичного вимикача ТН. При включеному положенні йде далі. Перевіряється положення вимикача. Коли вмикач вводу включений алгоритм перевіряє наявності напруги на протилежнзову ввіді. У разі наявності напруги на

програєжному вводі йде команда на його відключення та включення секційного вимикача. На цьому закінчується алгоритм.

Алгоритм роботи АЧР працює наступним чином (рис. 2.4) – при зниженні частоти спрацьовує перша черга АЧР, яка відключає першу чергу споживачів. У разі, якщо частота продовжує знижуватися АЧР продовжує відключати споживачів до 19 черги.

Якщо, частота починає підніматися – спрацьовує автоматичне повторне включення, і система підключає споживачів до енергомережі.

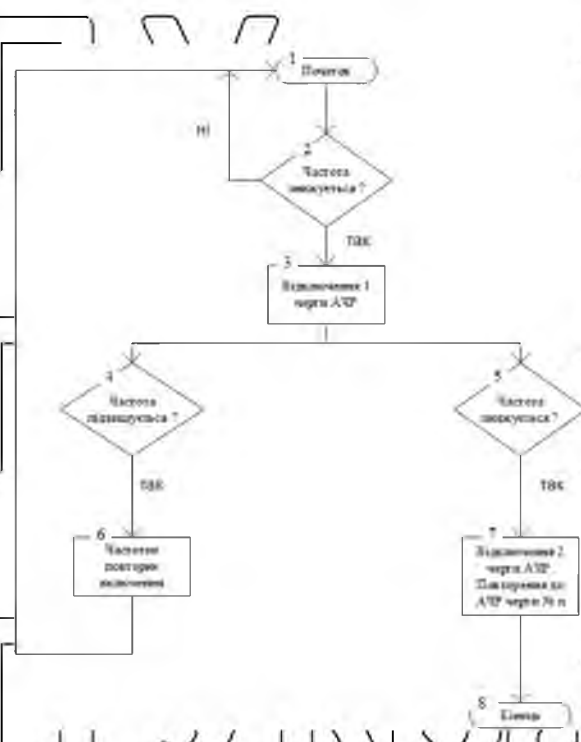


Рис. 2.4 Алгоритм спрацювання автоматичного частотного розвантаження (далі АЧР)



## РОЗДІЛ 3. РЕАЛІЗАЦІЯ АЛГОРИТМУ КЕРУВАННЯ ОБ'ЄКТОМ ТА ОБЛАДНАННЯ

# НУБІП України

### Розроблення моделі переведення РП на цифровий зв'язок

Цифрова РП, термін, що охоплює вторинне обладнання РП, а також будь якого розподільчого устаткування від 0,4 кВ (ТТН)

Суть цифрового РП полягає в тому, що всі дані передаються в цифровій формі (рис. 3.1). Дані що отримуються від вимрювальних трансформаторів, різноманітних датчиків, контактів комутаційного обладнання перетворюються на цифровий сигнал і передаються між терміналами захисту та автоматики в цифровому вигляді, без використання великої кількості дротових з'єднань.

Digital substations replace many point-to-point copper cables with a single fiber-optic process bus.

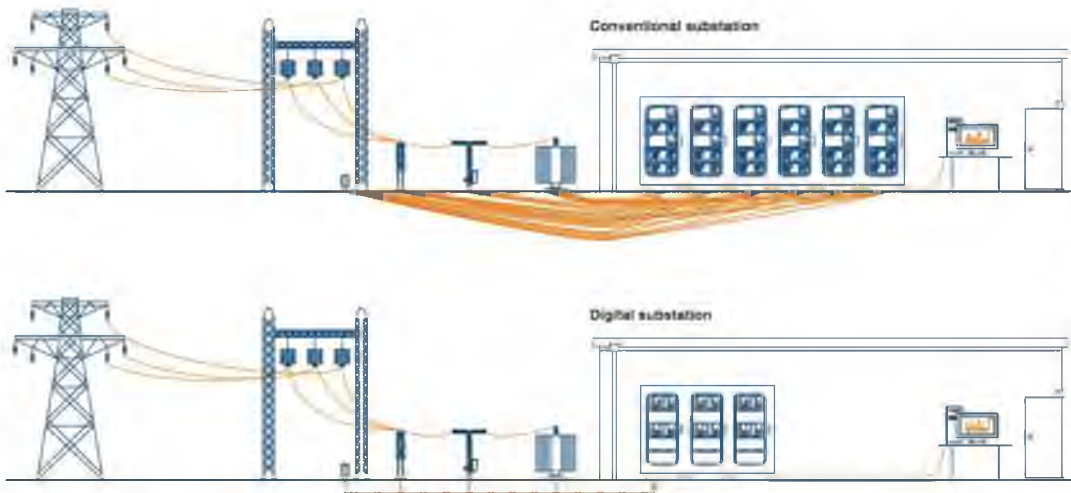


Рис. 3.1 Спрощені вигляди звичайної енергомережі і мережі на цифровому зв'язку

Перевагою мережі на цифровому зв'язку є меншій кількості дротових з'єднань часу на обслуговування комірок та панелей релейного захисту та автоматики (далі РЗА).

**Самодіагностика.** Всі контролери мають можливість власної самодіагностики та попередження персоналу при виявленні несправності. В цифровому РП діагностика проводиться кожного сигналу в мережі і при виявленні недостовірності якогось сигналу, буде сформований відповідний попереджувальний сигнал. На класичних РП самодіагностики сигналів нема і про несправності можна дізнатися тільки при аварії.

# НУБІП України

Всі сигнали мережі РП можна передавати та використовувати на диспетчерському пункті або на інших РП. При додаванні нових приладів в систему РЗА РП, їх не треба підключати до первинного обладнання, в більшості випадків достатньо під'єднати до загальної мережі.

Скорочення витрат на проектування, ЦРП передбачає високий рівень стандартизації. Логічна робота захистів та автоматики буде існувати в електронному вигляді, а не у вигляді дротових з'єднань на РП.

Повна дистанційна керуваність РП та «observability» (нажаль термін немає дослівного перекладу - можливість спостерігати за процесами).

Майже необмежений функціонал автоматики і можливість впровадження нових логічних схем без перемонтажу обладнання, все виконується шляхом перепрограмування.

## .2 Архітектура цифрового РП

Архітектура цифрового розподільчого пункту розділяє РП на три рівні за обладнанням, три протоколи передачі, що передаються та дві шини обміну даними:

ЦРП має наступні рівні: рівень процесу, рівень присіднання, рівень станцій.

**Рівень процесу (рис. 3.2)** – це все первинне комутаційне обладнання (вимикачі, роз'єднувачі, тощо), вимірювальне обладнання (трансформатори струму та напруги, різноманітні давачі) та допоміжне обладнання (двигуни, пожежні системи, вентиляція тощо). Головна умова включення в систему будь-якого обладнання це наявність вхідних та вихідних контактів для обміну інформацією.

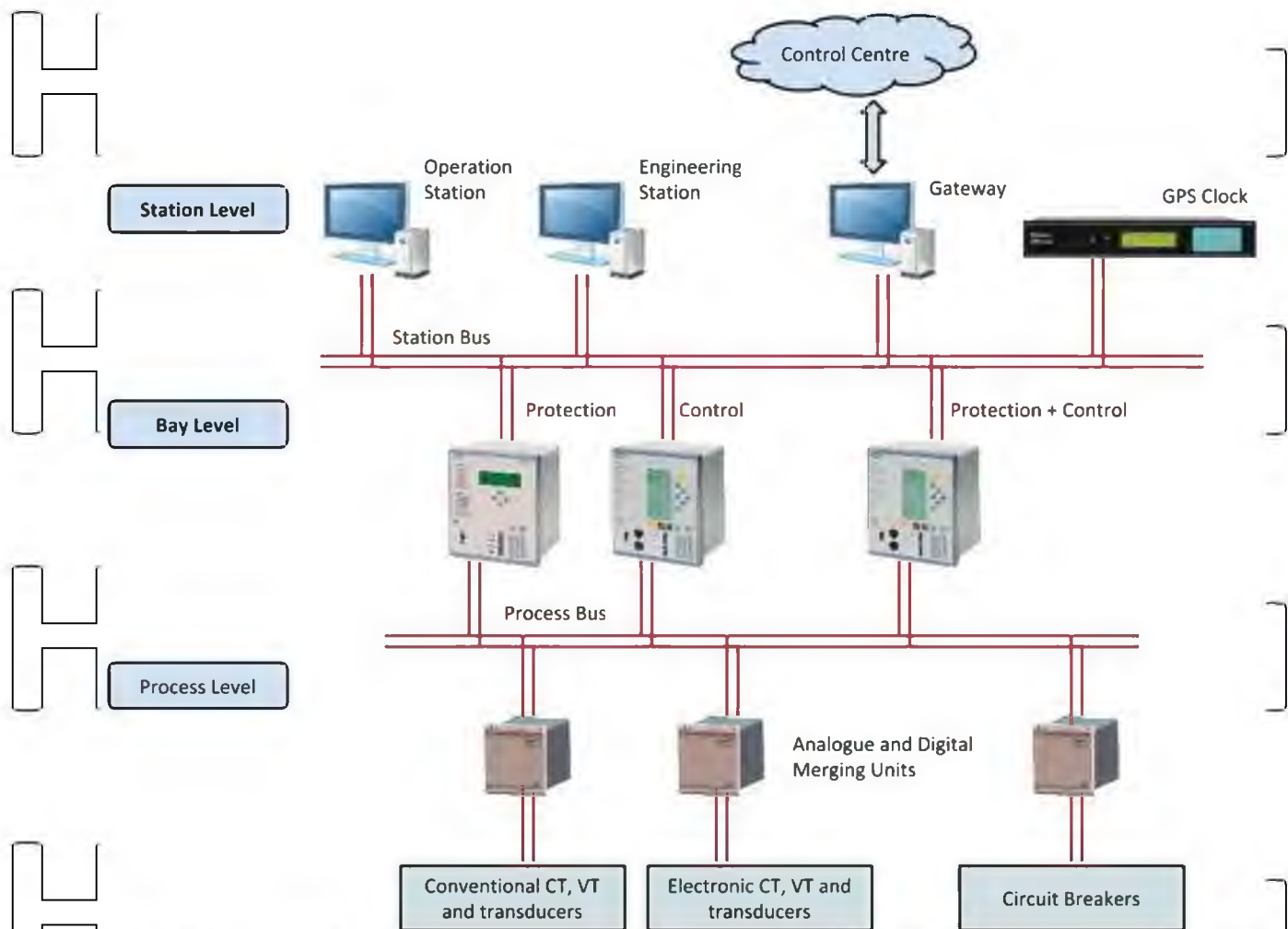


Рис. 3.2 Рівні процесів на цифровому розподільчому пункті

**Рівень приєднання** - всі контролери, що здійснюють функції захисту, автоматики та збору або передачі інформації. Основний об'єкт на цьому рівні, це мікропроцесорний пристрій РЗА. Головна умова це наявність потрібних протоколів зв'язку.

**Рівень станції** складається з усього мережевого обладнання, що здійснює обмін інформацією між контролерами, диспетчерським пунктом та різноманітними АРМами на РП.

Для побудови ЦРП потрібно використовувати наступні протоколи:

1. **MMS** (Manufacturing Message Specification) протокол передавання даних за технологією "клієнт-сервер". Основне призначення передача даних від контролерів до диспетчерського пункту та АРМів РП та команд телеуправління в зворотньому напрямку.

2. **GOOSE** (Generic Object Oriented Substation Events) протокол передавання даних за технологією “точка-точка”. Основне призначення це передача інформації між контролерами на рівні приєднання та між контролерами рівня приєднання та первинним обладнанням рівня процесу.

3. **SMV** (Sampled Measured Values) протокол передавання миттєвих значень струму та напруги від вимірювальних трансформаторів в мережу. Ці сигнали може використовувати будь який контролер захисту та автоматики на РПТ.

**Шини даних поділяються на шини станції та шини процесу:**

#### 1. Шина станції:

Обмін сигналами **MMS** (від контролерів до обладнання рівня станції) та **GOOSE** (між контролерами рівня приєднання)

#### 2. Шина процесу:

Обмін сигналами **GOOSE** (між контролерами рівня приєднання та обладнанням рівня процесу (сигнали про стан обладнання та команди управління) та **SMV** (від вимірювального обладнання рівня процесу до контролерів рівня приєднання).

Для організації шини процесу необхідно використання інтелектуального обладнання, тобто комутаційного обладнання, що має власні контролери, що можуть видавати в мережу цифровий сигнал та новітніх вимірювальних трансформаторів, що можуть замість звичного аналогового сигналу видавати цифрові дані вимірювання. На жаль подібне обладнання ще недостатньо представлено на світовому ринку, не сертифіковане та відсутній досвід роботи з ним. Тому проміжний варіант це використання так званих merging units для збору аналогової інформації та remote terminal units для збору дискретної інформації. Ці прилади розташовані безпосередньо біля первинного обладнання, збирають необхідну інформацію та передають її у вигляді та **SMV** сигналів в шину процесу. Комірку 10 кВ в зборі показано на рис.3-3.

Для створення цифрового РП необхідні наступні мережеві / програмні та продуктові / фізичні елементи:

реле з підтримкою протоколу IEC 61850 (GOOSE, Sampled Values, MMS);

Ethernet мережу з резервуванням по HSR / PRP.



підстанційний комп'ютер (COM600 або сервер з Zenon або інший SCADA системою);  
- є можливість встановлення RIO600 для збору аналогових і дискретних сигналів по протоколу IEC 61850.



Рис. 3.3 Комірки 10 кВ MR3С

### Протокол IEC 61850 та його використання для захисту обладнання РП

Протокол зв'язку IEC 61850 використовується для створення «Цифрової» копії (рис. 3.4) і подальшим використанням цих даних для передачі між пристроями (GOOSE і Sampled Values) і видачею даних на верхній рівень (MMS, тобто вертикальний зв'язок зі SCADA системою).

Для створення цифрової копії використовується Data Model, яка описує всі елементи РП, як фізичні (вимикачі, роз'єднувачі і т.д), так і віртуальні (функції захисту, управління, моніторингу та запису аварійних процесів).

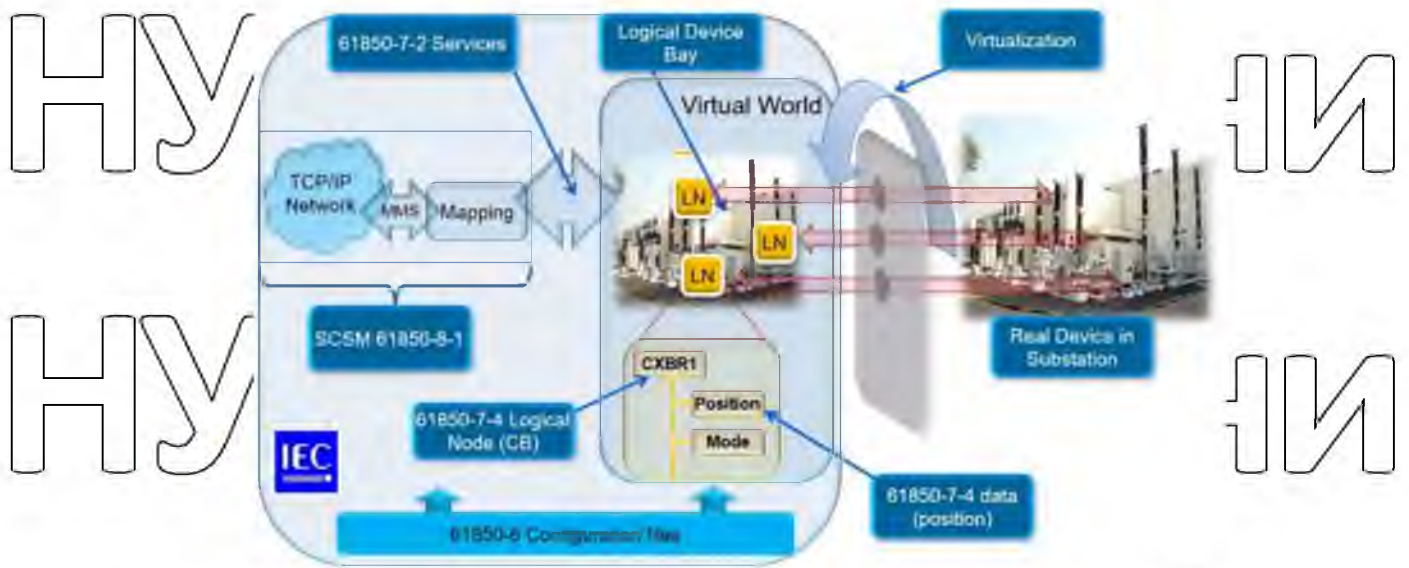


Рис. 3.4 Наближена структура реалізації протоколу IEC 61850

Протокол IEC 61850 списує три основних протоколу передачі даних:

- Client-Server: служить для передачі даних на "верхній рівень". Використовує TCP / IP і MMS протоколи;
- GOOSE: передача «горизонтальних» повідомлень між пристроями захисту або централізованим пристроєм (SSC600);
- Sampled Values: передача вимірювань (3-х фазний струм навантаження + I<sub>0</sub> і I<sub>с</sub>) в реальному часі. Створює цифровий потік даних і видає їх в мережу Ethernet. Може використовуватися для захистів і моніторингу.

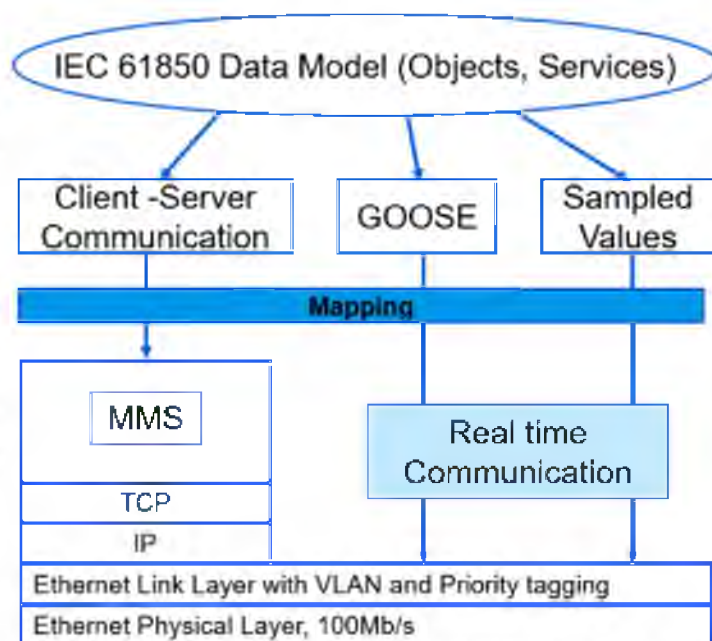


Рис. 3.5 Протокол IEC 61850

Протокол IEC 61850 має такі характеристики:



- час проходження сигналу -  $< 3$  мс.
- пристрої МРЗС можуть видавати як мінімум 40 сигналів по GOOSE.
- система моніторингу сигналів, тобто пристрій проаналізує, якщо стався збій в передачі
- дозволяє кардинально зменшити кількість дискретних входів / виходів на реле і кількість зв'язків з міді.
- типові приклади використання: АВР, ЛЗШ, АПВ, блокування і т.д.
- використовує той же канал зв'язку Ethernet, що і для GOOSE і Client-Server.
- дозволяє вимірювати струми / напруги за допомогою одного пристрою з подальшою видачею потоку в мережу, де інші пристрої можуть приймати дані.
- типові приклади використання: синхронізація, диф. захисту, захисту по струму і напрузі.

На рис. 3.6 показано обмін сигналами в мережі та підключення приладів релейного захисту до лінії.

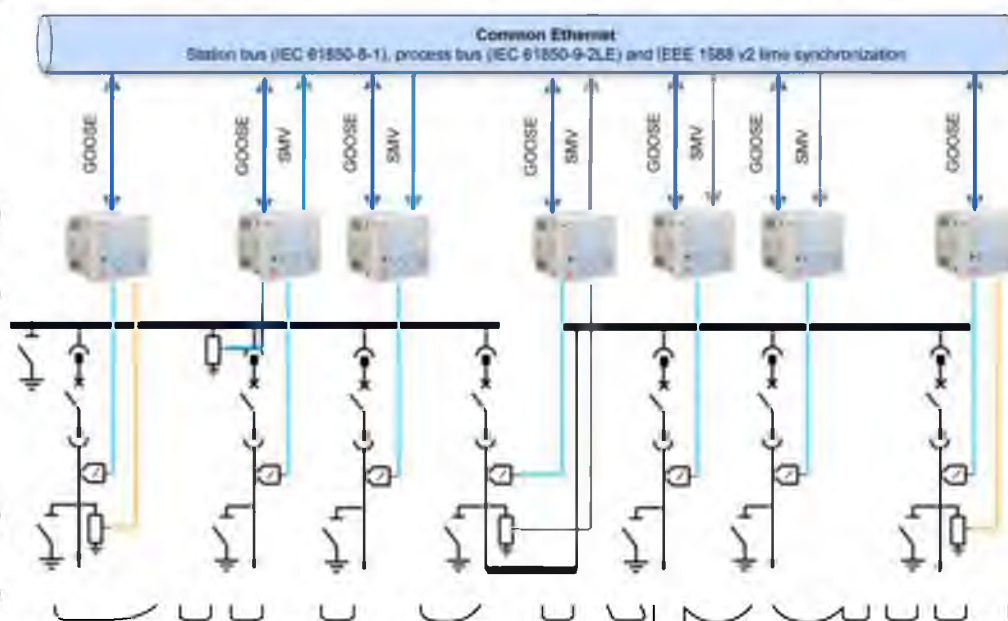


Рис. 3.6 Архітектура протоколу

Враховуючи все вище описане, по протоколу IEC 61850 можна виразити наступні переваги:

є протоколом, який давно добре зарекомендував себе на ринку і широко використовується в енергетиці;

- дозволяє забезпечити концепцію «цифровий»;
- за рахунок чіткої специфікації дозволяє легко використовувати разом пристрої різних виробників в одному проекті;

дозволяє суттєво зменшити кількість фізичних зв'язків між пристроями;

- спрощує збір інформації з пристроїв по мережі Ethernet;
- може здійснити як централізовану, так і децентралізовану концепцію побудови захистів.

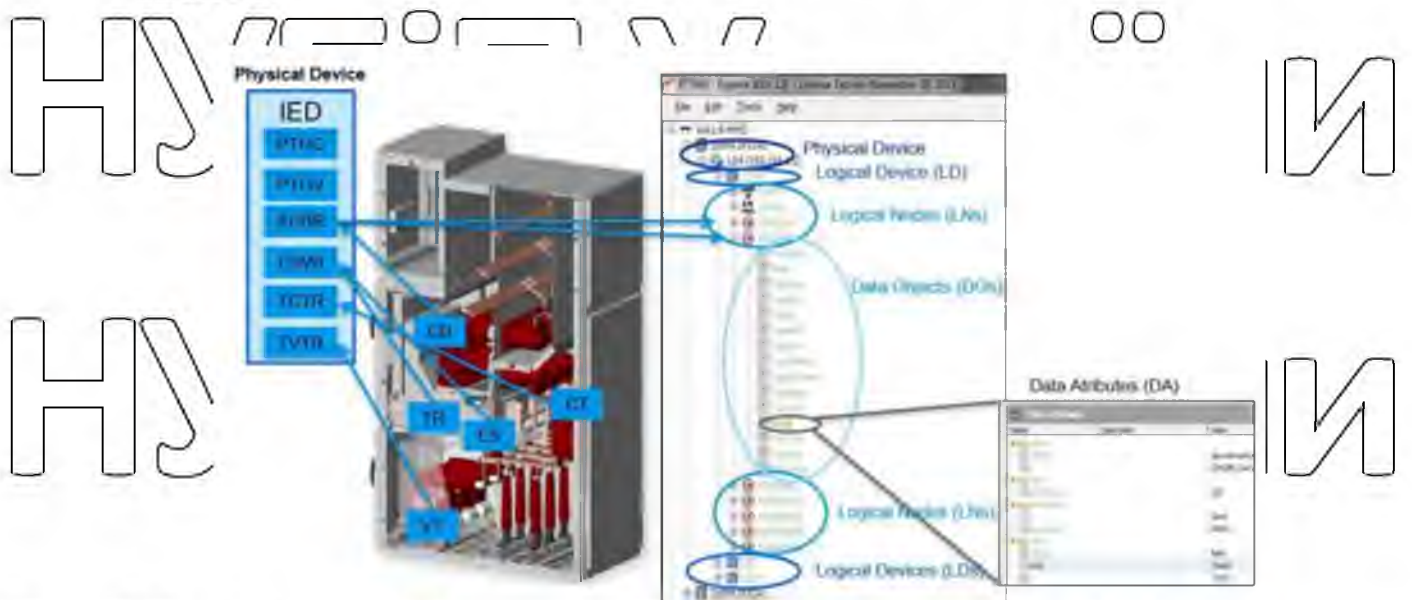


Рис. 3.7 Комірка 10 кВ в перерізі

## РОЗДІЛ 4 ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ ДЛЯ РЕАЛІЗАЦІЇ РЕЛЕЙНОГО ЗАХИСТУ

### 4.1 Призначення MRZS-F

Пристрій мікропроцесорного захисту, автоматики, контролю та управління (далі за текстом - пристрій) використовується на приєднаннях 150-6 кВ, працюючих з ізолюваною, компенсованою або глухозаземленою нейтраллю, як основний або резервний захист та автоматика. Пристрій призначений - для виконання чотириступінчастого максимального струмового захисту;

спрямованого захисту від замикань на землю з можливістю перемикання на ненаправлену (по  $3I_0$  чи  $3U_0$ );

- захисту від замикань на землю за розрахунком  $3I_0$  (ТЗНП);
- двоступінчастого захисту мінімальної напруги;
- двоступінчастого захисту максимальної напруги;
- захисту зворотної послідовності (контролю обриву фаз);
- дугового захисту;
- універсального захисту;
- автоматичного повторного включення приєднання (АПВ чотириразової дії);
- двоступінчастого автоматично частотного розвантаження (АЛР) з ЧАПВ;
- резервування при відмові вимикача (УРІВ);
- двоступінчастого однофазного максимального струмового захисту 0.4 кВ;
- контролю ланцюгів включення і відключення вимикача;
- контролю комутаційного ресурсу вимикача;
- визначення місця ушкодження;
- забезпечення функції "Готовність до телеуправління (ТУ)";
- технічного обліку електроенергії.

### 4.2 Специфікація

Найменування пристрої складається з позначення моделі "MRZS-F" та символів: MRZS- F[1][2][3][4], де:

- вигляд апаратно-програмної платформи;

апаратна конфігурація. Визначається набором блоків пристрою,  
- особливості виконання (перша позиція),  
- особливості виконання (друга позиція).

Можливі варіанти позначень і їх розшифровка вказані в таблиці 4.1:

Замовна специфікація MRZS-F

НУБІП УКРАЇНИ

захист фідеру

вид апаратно-програмної платформи

2

апаратна конфігурація (див. таблицю нижче)

особливості виконання (поз. 1)

базове (за замовченням), для апаратних конфігурацій C, D, H, J, L - три оптичних входи контролю дуги  
тільки для апар. конф. C, D, H, J, L - чотири оптичних входи контролю дуги

особливості виконання (поз. 2)

номінальна напруга 110 В для всіх апаратних конфігурацій; для апаратних конфігурацій D, J, P - оптичний Ethernet  
номінальна напруга 220 В для всіх апаратних конфігурацій; для апаратних конфігурацій D, J, P - оптичний Ethernet  
тільки для апаратних конфігурацій D, J, P - провідний Ethernet і номінальна напруга 110 В  
тільки для апаратних конфігурацій D, J, P - провідний Ethernet і номінальна напруга 220 В

НУБІП УКРАЇНИ

Апаратні конфігурації MRZS-F

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

Параметри апаратної конфігурації

Позначення апаратної конфігурації

НУБІП УКРАЇНИ

Датчики струмів

3I про 3I про 3I про 3I про 3I про 3I про 3I про 3I про 3I про

НУБІП УКРАЇНИ

Датчики напруги живлення від струмів

3U про 3U про 3U про 3U про 3U про 3U про 3U про 3U про 3U про

КЗ

НУБІП УКРАЇНИ

Вихід напруги для харчування дискретних входів (DIP)

Кількість світлоіндикаторів з них

програмованих

НУБІП УКРАЇНИ

Функціональних клавіш, з них з режимом ключа

НУБІП УКРАЇНИ

Кнопки увімкнення і відключення вимикача

Інтерфейси зв'язку RS485 USB

НУБІП УКРАЇНИ

змінні дані для апаратних конфігурацій

Кількість дискретних входів

6 0 6 6 0 0

НУБІП УКРАЇНИ



Кількість дискретних виходів : 3 замикаючим контактом

з перемикаючим

контактом силові

Оптичні входи

контролю дуги

Інтерфейс Ethernet ( оптичний або провідний )

Електроживлення:

- напруга постійного струму 220 (+80, - 66) У або 110 (+55, - 35) В;

- напруга змінного струму 220 (+25, - 160) У або 110 (+10, - 55) У

частотою 50 Гц;

- від струмів фаз А і С з величиною струму більше 4 А сумарно (за відсутності опер- струму).

У постійному струмі допускається наявність періодичної складової амплітуди до 12 % від номінального значення робочої напруги і частотою від 100 до 600 Гц.

Максимальна споживана потужність по ланцогі електроживлення:

- в черговому режимі - не більше 4 Вт;
- в режимі видачі команд - не більше 8 Вт.

Функціональність пристрої не порушується при короткочасних, до 500 мс, провалах напруги живлення до нуля.

При знятті, зниженні та подачі напруги живлення, а також при перервах живлення будь-якої тривалості з подальшим відновленням, пристрій хибно не спрацьовує. Пристрій витримує подачу оперативної напруги постійного струму зворотної полярності.



Час готовності пристрою до роботи – не більше 0,15 с після увімкнення електроживлення.

Пристрій витримує без ушкоджень тривалий режим роботи:

- при струмі до 3 Ін у вимірювальних ланцюгах струму;
- при струмі до 1,5 Ін у ланцюгах живлення від струмів КЗ;
- при напрузі 150 У в вимірювальних ланцюгах напруги.

### 4.3 Конструкція MRZS-F

Конструктивно пристрій MRZS-F представляє собою модульну конструкцію з розміщеними в ній блоками, що дозволяє виймати ззаду кожен блок окремо без розбирання пристрою. На кожух пристрою кріпиться передня панель, на якій розміщено кнопки управління, USB-роз'єм (для підключення до ПК), світлодіодні індикатори, дисплей.

Конструкція пристрою, що допускає виймати вхідні блоки без розбору пристрою, дозволяє дуже швидко виконувати ремонт заміною блоків і легко змінювати апаратну конфігурацію пристрою при проведенні модернізації об'єктів.

Слоти під встановлення блоків пристрою промарковані на корпусі як А, В, З і т.д.

У пристрій, в залежності від особливостей виконання, можуть встановлюватися наступні блоки:

БПЗ - блок живлення 220 В, або БПЗ-110 - блок живлення 110 В, БАЗ - блок аналогових входів,

БВЗ - блок обчислювача;

БДВВ5 - блок дискретних входів (8 шт.) і виходів (7шт.) 220 В, або БДВВ5- 110 - блок дискретних входів та виходів 110 В;

БДВВ6 - блок дискретних входів (4 шт.) і виходів (4 шт.) 220 В, або БДВВ6-110 - блок дискретних входів та виходів 110 В,

БДЗ - блок підключення трьох оптичних датчиків дуги, або БДЗ-01 - блок підключення чотирьох оптичних датчиків дуги;

БДВ-ДЗ - блок дискретних входів (4 шт.) і трьох оптичних датчиків дуги;

С-850WD-01 - блок комунікації з оптичним Ethernet, або С-850WD -

блок комунікації з провідним Ethernet.

Можливе розміщення блоків по слотам пристрої наведено в таблиці

Набір блоків MRZS-F для різних апаратних конфігурацій

наведено в таблиці 4.2

Призначення висновків роз'ємів блоків MRZS-F наведено в таблицях 4.3 - 4.10.

Спрощені схеми підключень різних апаратних конфігурацій

MRZS-F показані на Рис. 4.1 – 4.2

Зовнішній вигляд пристроїв MRZS-F різних апаратних конфігурацій приведений

на малюнках 4.3 – 4.5.

Таблиця 4.2 Розміщення блоків по слотам

Слот	Встановлювані блоки
А	БПЗ
У	БА3
З	БВ3 БДВВ5
	БДВВ5
	БДЗ БДЗ + С-850WD-01
	БДВ-ДЗ
	БДВВ6 БДВВ6 + С-850WD-01

Таблиця 4.2

Набір блоків для різних апаратних конфігурацій

Конфігурація

Встановлювані блоки

БПЗ, БА3, БВ3, БДВВ5

	БПЗ, БАЗ, БВЗ, БДВВ5, БДЗ
	БПЗ, БАЗ, БВЗ, БДВВ5, БДЗ, С-850WD-01
	БПЗ, БАЗ, БВЗ, БДВВ5, БДВВ5
Н	БПЗ, БАЗ, БВЗ, БДВВ5, БДВВ5, БДЗ
	БПЗ, БАЗ, БВЗ, БДВВ5, БДВВ5, БДЗ, С-850WD-01
	БПЗ, БАЗ, БВЗ, БДВВ5, БДВВ5, БДВ-ДЗ
Пр	БПЗ, БАЗ, БВЗ, БДВВ5, БДВВ5, БДВВ6
Р	БПЗ, БАЗ, БВЗ, БДВВ5, БДВВ5, БДВВ6, С-850WD-01

Примітка Залежно від особливостей виконання замість блоків БПЗ, БДВВ5, БДВВ6, БДЗ, С-850WD-01 можуть бути встановлені блоки БПЗ-110, БДВВ5-110, БДВВ6-110, БДЗ-01, С-850WD відповідно.

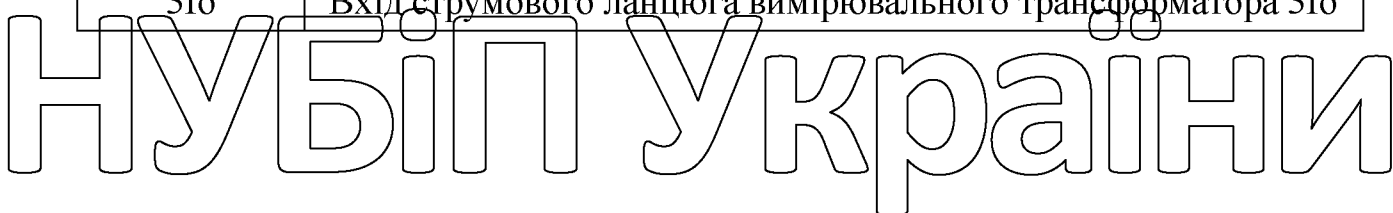
Таблиця 4.3 Призначення контактів блоку живлення БПЗ

Контакти	Призначення
	Дискретний вихід Двух.А.1
	Дискретний вихід Двух.А.2
I A-P *	Вхід струмових ланцюгів живлення від трансформатора фази А (початок)
I A-P	Вхід струмових ланцюгів живлення від трансформатора фази А
I C-P *	Вхід струмових ланцюгів живлення від трансформатора фази З (початок)
I C-P	Вхід струмових ланцюгів живлення від трансформатора фази З
	Вихід живлення дискретних входів (постійна напруга) +220 у
	Вихід живлення дискретних входів (постійна напруга) -220 у



Таблиця 4.4 Призначення контактів блоку датчиків БА3

Контакти	Призначення
$U_a^*$	Вхід напруги ланцюга вимірювального трансформатора фази А (початок)
$U_a$	Вхід напруги ланцюга вимірювального трансформатора фази А (кінець)
$U_b^*$	Вхід напруги ланцюга вимірювального трансформатора фази В (початок)
$U_b$	Вхід напруги ланцюга вимірювального трансформатора фази В (кінець)
$U_c^*$	Вхід напруги ланцюга вимірювального трансформатора фази С (початок)
$U_c$	Вхід напруги ланцюга вимірювального трансформатора фази С (кінець)
$3U_0^*$	Вхід напруги $3U_0$ від вимірювального трансформатора (початок)
$3U_0$	Вхід напруги $3U_0$ від вимірювального трансформатора
$I_A^*$	Вхід струмових ланцюгів вимірювального трансформатора фази А (початок)
$I_A$	Вхід струмових ланцюгів вимірювального трансформатора фази А
$I_B^* / I_{0.4}$	Вхід струмового ланцюга вимірювального трансформатора фази або струму однієї з фаз від вимірювального трансформатора 0,4 кВ (початок)
$I_B / I_{0.4}$	Вхід струмового ланцюга вимірювального трансформатора фази або струму однієї з фаз від вимірювального трансформатора 0,4 кВ
$I_C^*$	Вхід струмового ланцюга вимірювального трансформатора фази 3 (початок)
$I_C$	Вхід струмового ланцюга вимірювального трансформатора фази 3
$3I_0^*$	Вхід струмового ланцюга вимірювального трансформатора $3I_0$ (початок)
$3I_0$	Вхід струмового ланцюга вимірювального трансформатора $3I_0$



Таблиця 4.5 Призначення контактів блоку обчислювача БВ

Контакт роз'єм	Призначення ланцюгів
RS485	
A	Диференціальний Вхід вихід
B	Диференціальний Вхід вихід
GND □ □ I	Загальний дріт (Ізольований)

Таблиця 4.6 Призначення контактів блоку дискретних входів і виходів БДВВ5

Позначення контактів	Найменування ланцюги	Призначення
1, 2	Вхід Двх.s.1 (~/=)	Дискретні ізольовані входи, гальванічно розв'язані від логічної частини з допомогою оптопар ( див.п. s - позначення слота.
3, 4	Вхід Двх.s.2 (~/=)	
5, 6	Вхід Двх.s.3 (~/=)	
7, 8	Вхід Двх.s.4 (~/=)	
9, 10	Вхід Двх.s.5 (~/=)	
11, 12	Вхід Двх.s.6 (~/=)	Дискретні виходи. Видаються "сухими контактами". s - позначення слоту
13, 14	Вхід Двх.s.7 (~/=)	
15, 16	Вхід Двх.s.8 (~/=)	
17, 18	Вихід Двих.s.1	
19, 20	Вихід Двих.s.2	
21, 22	Вихід Двох.s.3	
23, 24	Вихід Двох.s.4	
25, 26	Вихід Двох.s.5	
27, 28, 29	Вихід Двох.s.6	
30, 31, 32	Вихід Двох.s.7	

Таблиця 4.7 Призначення контактів блоку дискретних входів і виходів БДВВ6

Позначення контактів	Найменування ланцюги	Призначення
1, 2	Вхід Двх.G.1 (~/=)	Дискретні ізольовані входи, гальванічно розв'язані від логічної частини з допомогою оптопар.
3, 4	Вхід Двх.G.2 (~/=)	
5, 6	Вхід Двх.G.3 (~/=)	
7, 8	Вхід Двх.G.4 (~/=)	
9, 10	Вихід Двих.G.1	Дискретні виходи. Видаються "сухими контактами".
11, 12	Вихід Двих.G.2	



13, 14	Вихід Двх.Г.3
15, 16	Вихід Двх.Г.4

Таблиця 4.8 Призначення роз'ємів блоку БДЗ, БДЗ-01

Роз'єм	Призначення
BL1	Оптичний дискретний Вхід ОВД1 для підключення датчика волоконно-оптичного ДВО
BL2	Оптичний дискретний Вхід ОВД2 для підключення датчика волоконно-оптичного ДВО
BL3	Оптичний дискретний Вхід ОВД3 для підключення датчика волоконно-оптичного ДВО
BL4	Оптичний дискретний Вхід ОВД4 для підключення датчика волоконно-оптичного ДВО (у БДЗ-01)

Таблиця 4.9 Призначення контактів блоку БДВ-ДЗ

Позначення	Найменування ланцюги	Призначення
1, 2	Вхід Двх.Г.1 (~/=)	Дискретні (зольовані) входи, гальванічно розв'язані від логічної частини з допомогою оптопар.
3, 4	Вхід Двх.Г.2 (~/=)	
5, 6	Вхід Двх.Г.3 (~/=)	
7, 8	Вхід Двх.Г.4 (~/=)	
BL1		Оптичний дискретний Вхід ОВД1
BL2		Оптичний дискретний Вхід ОВД2
BL3		Оптичний дискретний Вхід ОВД3

Таблиця 4.10 Призначення роз'ємів блоку С-850WD-01

Роз'єм	Призначення
LAN	оптичний Ethernet

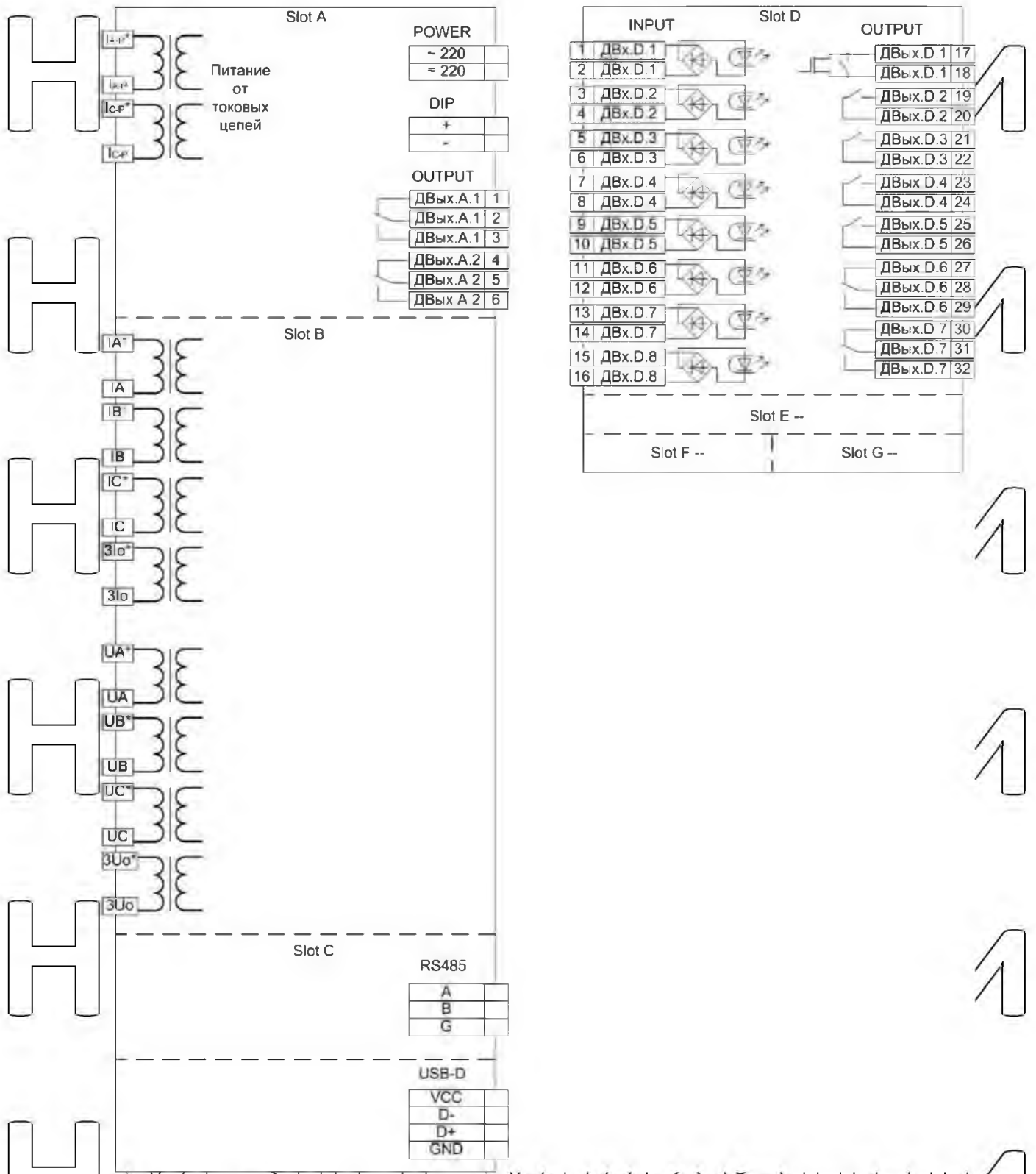


Рис. 4.1 Спрощена схема підключення MRZS-F (Апаратна конфігурація А)

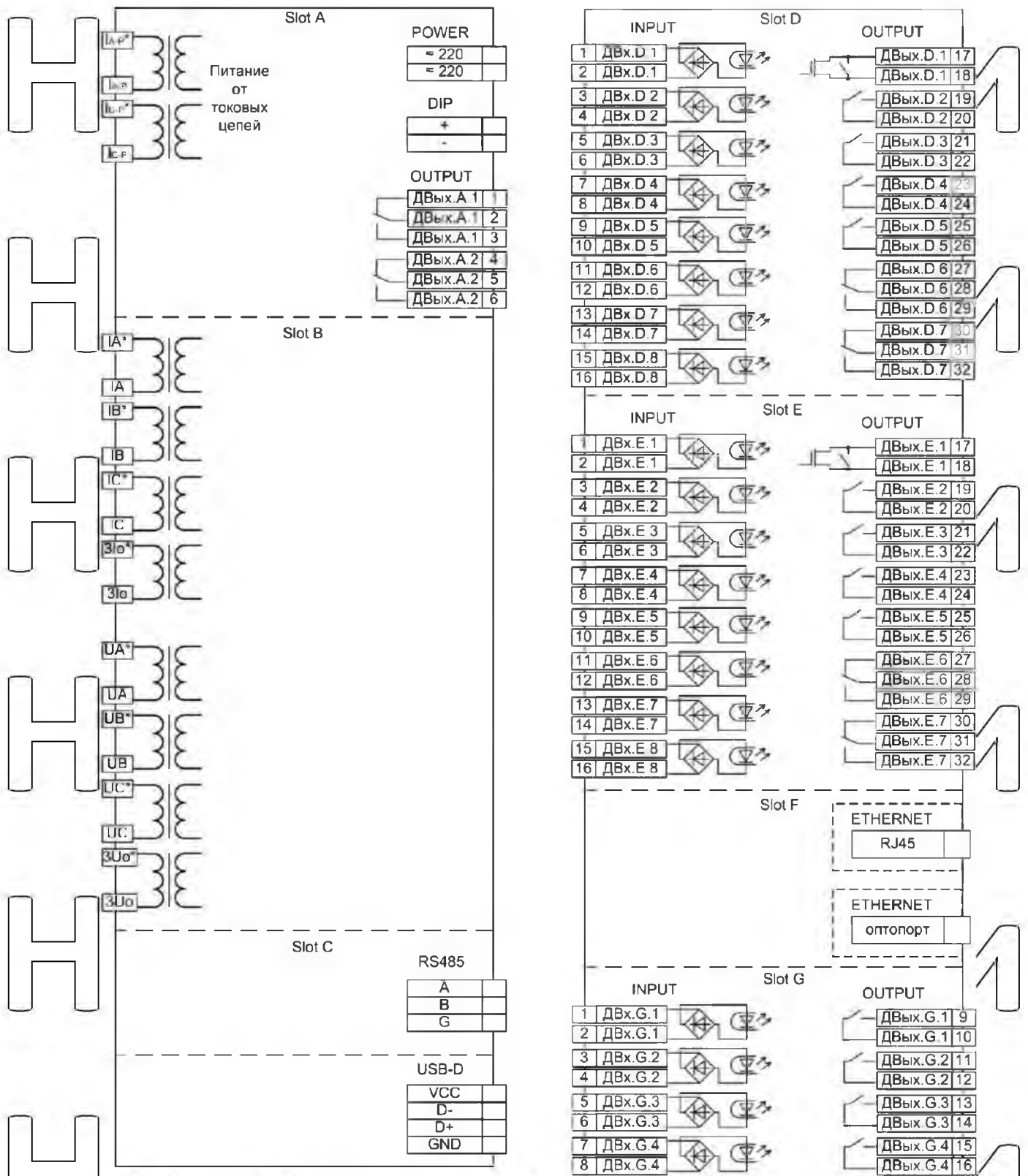


Рис. 4.2 Спрощена схема підключення MRXS-F (Апаратна конфігурація Р)

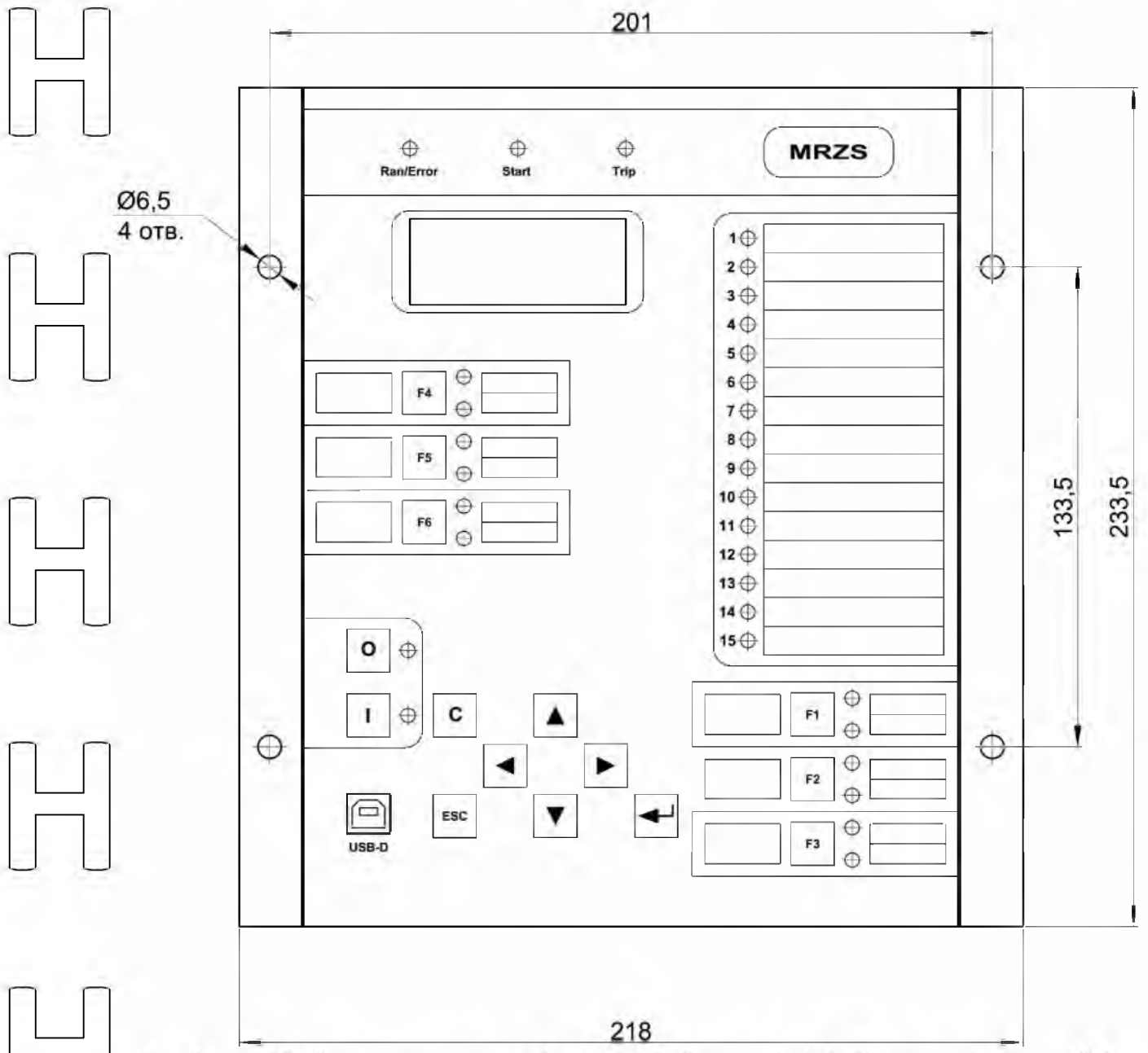


Рис. 4.3 Вид спереду MRZS-F всіх апаратних конфігурацій

НУБІП України

НУБІП України

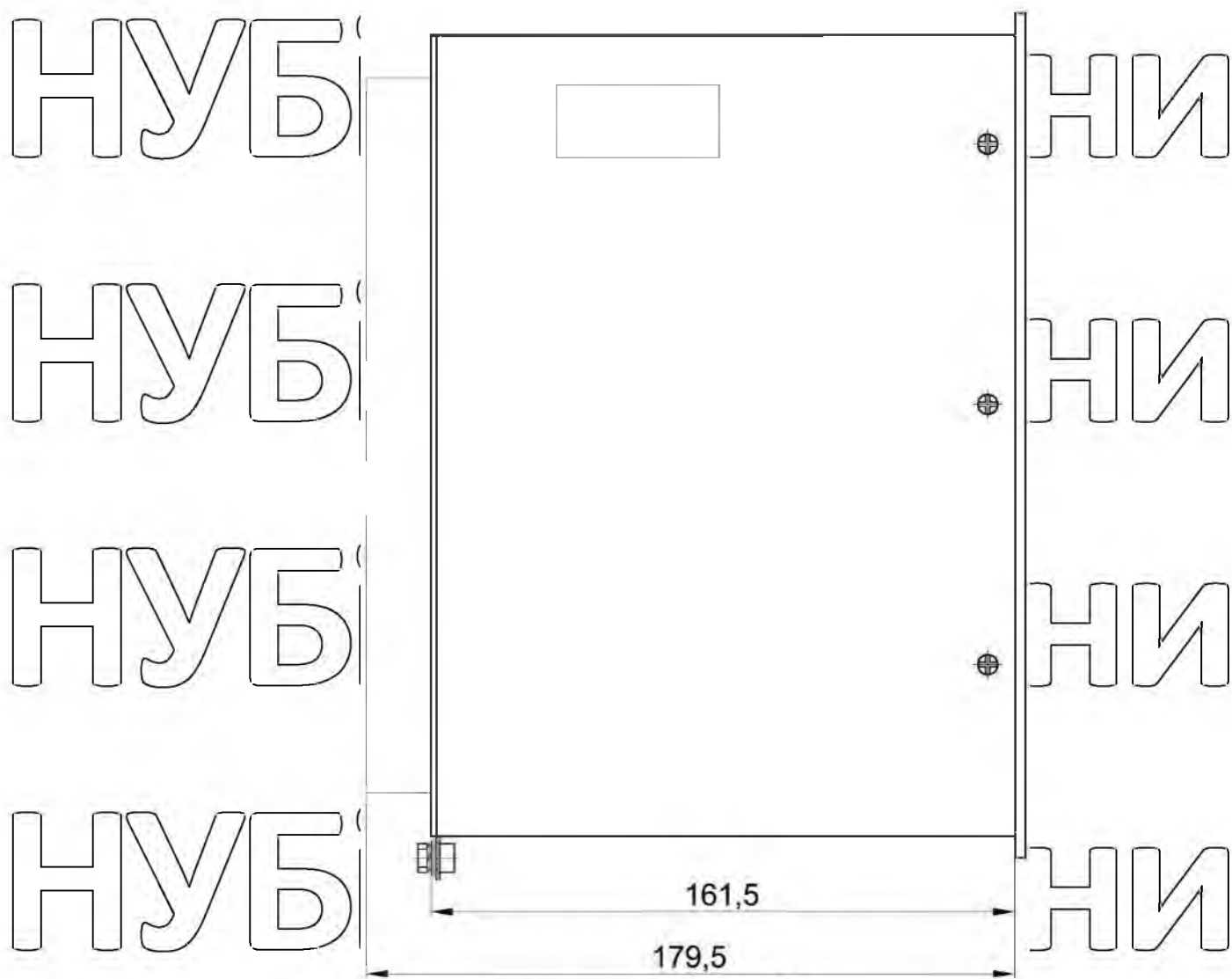


Рис. 4.4 Вид збоку MRZS-F всіх апаратних конфігурацій

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України



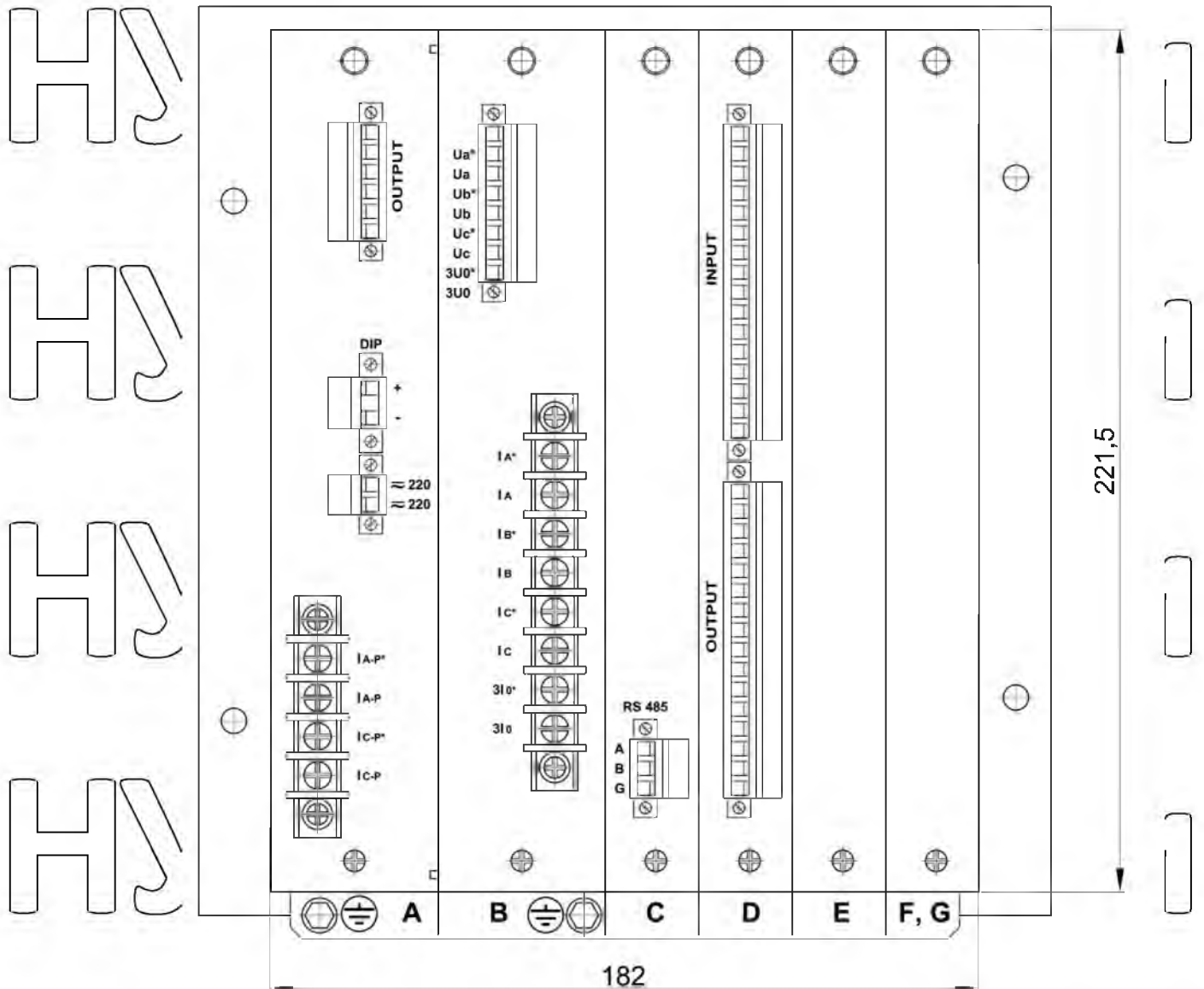


Рис. 4.5 Вид зовні MRZS-F апаратної конфігурації А

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

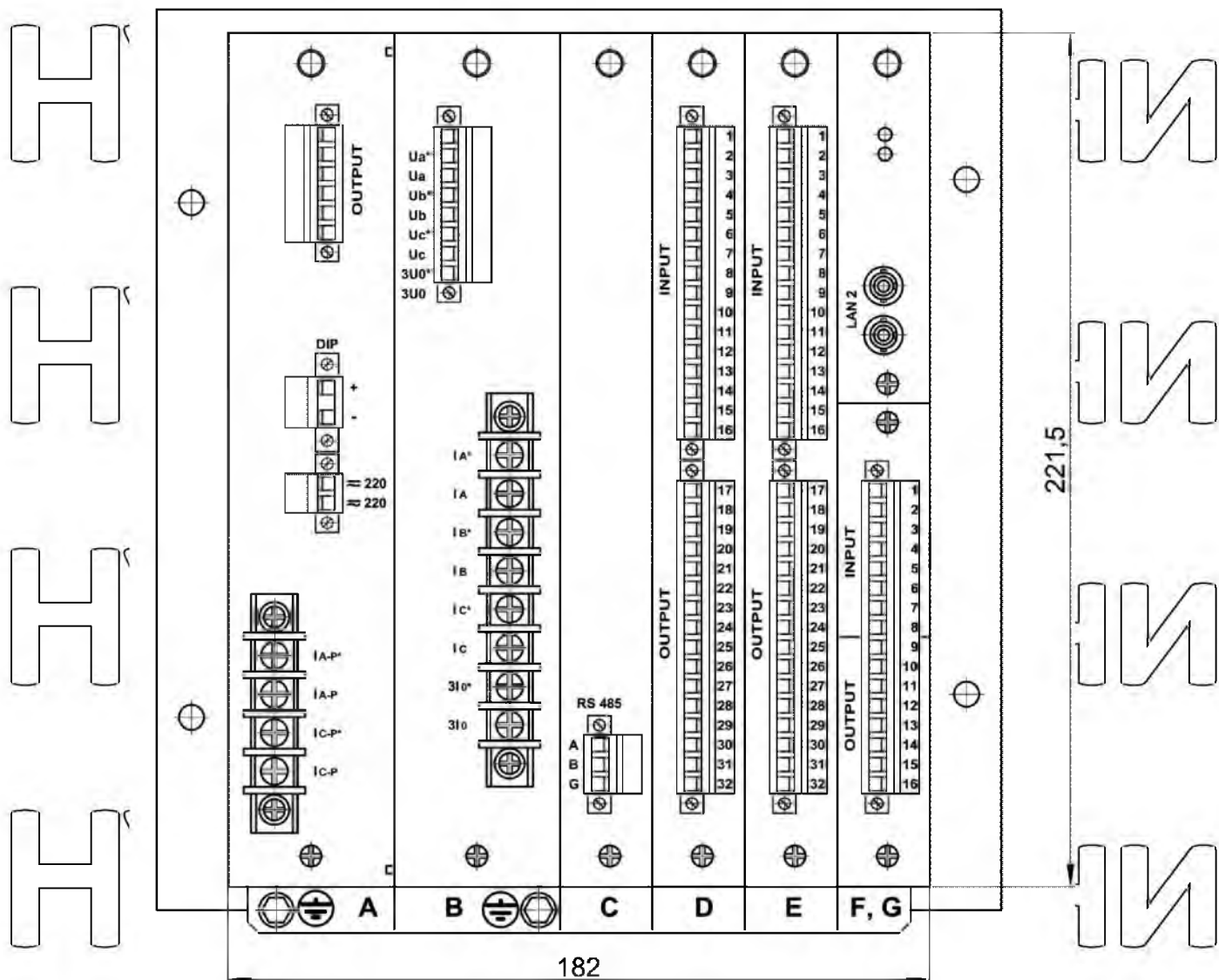


Рис. 4.6 Задній вид MRZS-F апаратної конфігурації P (Ethernet оптичний)

#### 4.4 Структура і робота пристрою MRZS-F

Функціонування пристрою відбувається за програмою, записаною в пам'ять мікроконтролера.

Усі уставки пристрою зберігаються в незалежній пам'яті, що дозволяє багаторазово виробляти необхідні зміни.

Годинник реального часу дозволяє фіксувати поточний час реєстрації подій.

Світлодіодні індикатори на лицьовій панелі пристрою забезпечують сигналізацію поточного стану пристрою, спрацювання захистів і автоматики.

Зчитування поточних значень струмів і напруг на аналогових входах, дискретних входах, значення уставок, перепрограмування пристрою (Зміна значень уставок) здійснюється за допомогою кнопок управління та мінідисплею, розташованих на лицьовій панелі приладів.

Взаємозв'язок вихідних сигналів з вихідними реле, з дискретними входами сигналів і сигналізацією терміналу здійснюється програмно.

При відключенні оперативної напруги живлення бази даних подій, уставки та параметри пристрою зберігаються.

У склад пристрою входять: кросплата та блоки, перелічені в п. 2.1

До складу кросплати входять мінідисплей, світлодіоди і клавіатура, значені для зв'язку (взаємодії) користувача з пристроєм MRZS-E.

Блок живлення БП призначений для живлення пристрою з гальванічної розв'язкою від ланцюгів оперструму та вторинних кіл трансформаторів струму, а також виведення сигналів на два реле.

Блок БА3 призначений для виконання аналого-цифрового перетворення вхідних аналогових сигналів в цифрові.

Блок БВ3 призначений для:

- встановлення зв'язку і обміну даними з користувачем і зовнішніми пристроями через інтерфейс RS485;
- виконання всіх функцій вимірювання, захистів, автоматики, діагностики;
- реєстрації аварій (у реальному часу);
- зберігання налаштувань пристрою.

Блоки БДВВ5 і БДВВ6 призначені для зчитування сигналів з дискретних входів та висновку сигналів на реле.

Блок БДЗ призначений для зчитування сигналів з трьох оптичних дискретних входів.

Блок БДВ-ДЗ призначений для зчитування сигналів з чотирьох оптичних дискретних входів і з трьох оптичних дискретні входи.

Блок С-850WD-01 призначений для встановлення зв'язку і обміну даними з користувачем і зовнішніми пристроями через інтерфейс Ethernet.

#### 4.5 Характеристики функцій контролю, індикації і управління

Пристрій MRZS-F забезпечує контроль та індикацію наступних величин:

- струму фаз А, С;
- струму фази У або розрахункового струму фази В;
- струму однієї з фаз приєднання 0,4 кВ (від ТТ);
- струму  $3I_0$ ;
- 1-й гармоніки струму  $3I_0$ ;
- суми вищих гармонік струму  $3I_0$  (без першої);
- струму прямої послідовності;
- струму зворотної послідовності;
- напруги нульової послідовності  $3U_0$ ;
- напруг  $U_a$ ,  $U_b$ ,  $U_c$  або лінійних напруг  $U_{ab}$ ,  $U_{bc}$ ,  $U_{ca}$  (за вибору в меню пристрої);
- напруги прямої послідовності  $U_1$ ;
- напруги зворотної послідовності  $U_2$ ;
- активних і реактивних опорів;
- кутів всіх аналогових сигналів щодо опорного напруги;
- частоти;
- активною, реактивною і повною потужностей;
- активною і реактивною електроенергії;
- $\cos \phi$ .



Пристрій забезпечує в аварійному режимі (при спрацьовуванні відповідності існуючої функції) фіксацією параметрів:

- максимального фазного струму;
- максимального струму  $3I_0$ ;
- максимальної напруги  $3U_0$ ;
- мінімальної фазної або лінійної напруги;
- максимальної фазної або лінійної напруги;
- максимального відношення струму зворотної послідовності до струму прямої послідовності ;
- максимального струму  $3I_{0-1}$  (Розрахункового);
- мінімальної частоти мережі;
- частоти в момент включення вимикача при роботі ЧАПВ.

А також значень всіх інших аналогових сигналів у момент фіксації реєстратора. Вхідні аналогові сигнали при підключенні до вимірювальних трансформів.

Мають наступні параметри (номінальні значення):

- номінальний змінний фазний струм  $I_n$  - 5А;
- частота змінного струму - 50 Гц;
- номінальна фазна напруга  $U_{nf}$  - 57,7 В;
- номінальна лінійна напруга  $U_{nl}$  - 100 Ст.
- Величина контрольованих струмів короткого замикання фаз в межах від 0,1
- до  $30 I_n$  .

Величина контрольованого струму нульової послідовності від трансформатора струму  $3I_0$  - від 0,01 до 2 А; при цьому дозго допустимий струм - до 2 А.

Величина контролю значень лінійних напруг і нульової напруги послідовності - від 0,1 до 150 ст.

Величина контролю значень фазних напруг - від 0,1 до 150 Ст.

на індикатор струми і напруги можуть відображатися як у вторинних, так і

в первинних (з множенням на коефіцієнт трансформації вимірювальних трансформаторів) величинах.

Діапазон установки коефіцієнтів трансформації трансформаторів струму - від 1 до 2000, трансформаторів напруги - від 50 до 1800.

Діапазон встановлення коефіцієнту трансформації трансформатора струму нульової послідовності - від 1 до 150.

Пристрій має 8/16/20 дискретних входів для керування логікою пристрою.

При цьому:

забезпечується можливість вибору для кожного входу одного чи кількох логічних сигналів;

забезпечується можливість призначення входу "прямим" (спрацьовування за появою напруги) або "інверсним" (спрацьовування при пропаданні напруги);

забезпечується можливість роботи дискретних входів від постійної або змінної напруги, при цьому вибір типу напруги (змінна або постійна) задається через меню пристрою.

Логічні рівні спрацьовування дискретних входів для пристрою з живленням 220 В:

- рівень "логічного нуля" - від 0 до 100 В;
- рівень "логічної одиниці" - від 150 У до 250 Ст.

Логічні рівні спрацьовування дискретних входів для пристрою з живленням

- 110 В:
- рівень "логічного нуля" - від 0 до 50 В;
- рівень "логічної одиниці" - від 75 У до 125 Ст.

При роботі від напруги змінного струму забезпечена можливість вибору часу фіксації пристроєм зміни логічного стану на вході в діапазоні від 20 до 60 мс з дискретністю зміни 10 мс.

При роботі від напруги постійного струму забезпечується можливість вибору часу фіксації пристроєм зміни логічного стану на вході в діапазоні від 0 до 60 мс з дискретністю зміни 1 мс.

Струм споживання ланцюга дискретного входу - не більше 5 мА при напрузі на вхід не більше 250 Ст.

Дискретні входи гальванічно роз'єднані між собою і щодо живлення.

Залежно від апаратної конфігурації, пристрій може мати 3 або 4 оптичні дискретні входи для використання у функції дугового захисту. Чутливість входів може змінюватися через меню. До цих входів підключаються датчики волоконно-оптичні ДВО.

Пристрій має 9/16/20 дискретних виходів - "сухих" контактів реле при цьому:

забезпечується можливість вибору для кожного виходу одного чи кількох логічних сигналів ;

забезпечується можливість роботи кожного виходу: як командного (без запам'ятовування), як сигнального (із запам'ятовуванням), як сигнального імпульсного (із зміною в режимах: 1 замкнений / 1 розімкнений);

забезпечується можливість скидання сигнальних реле через дискретний Вхід;

за сигналами "Несправність загальна", "Несправність аварійна" реле спрацьовує в інверсному режимі: за відсутності сигналів спрацьовує, при появі хоча б одного з них відпадає.

Комутаційна здатність дискретних виходів наступна:

- для силових виходів (Дв.Д.1, Дв.Е.1) - 250 В, 5 А, 1100 ВА/Вт; для

решти виходів:

- при замиканні кіл - 250 В, 4 А, 800 ВА/Вт;
- при розмиканні кіл постійного струму з індуктивним навантаженням і постійною часу, не перевищує 0,02 с, при напрузі до 250 У - не менше 30 Вт;
- довго допустимий струм 4 А.

Пристрій MRZS-F має 20 світлодіодних індикаторів (з них – 17 вільно програмовані, включаючи "Start" та "Trip "). Завдяки вільному програмуванню індикаторів:

- забезпечується можливість вибору для кожного індикатора одного чи декількох логічних сигналів (Див. додаток Б);
- забезпечується можливість роботи для кожного індикатора, як з запам'ятовуванням (тригерний), так і без (Нормальний);
- забезпечується можливість скидання світлодіодних індикаторів з запам'ятовуванням через дискретний Вхід, функціональною кнопкою або від комп'ютера.

Пристрій має шість функціональних кнопок на передній панелі. Кожна з функціональних кнопок може працювати в двох режимах:

режим кнопки. Сигнали генеруються при натисканні кнопки.

режим ключа. Після першого натискання на кнопку, у положенні "увімкнено" (горить верхній світлодіод), генеруються призначені на кнопку сигнали, після другого натискання на кнопку, в положенні "вимкнений" (горить нижній світлодіод), сигнали не генеруються. Становище "ключа" зберігається в енергонезалежній пам'яті.

Сигнали, що генеруються кнопками, призначаються окремо але для кожної кнопки через меню.

Пристрій має на передній панелі дві кнопки керування вимикачем (ввімкнення [I] та вимкнення [O]) з підсвічуванням світлодіодами та кнопку

скидання сигналізації (квітування) [С], що скидає сигнальні реле і три герні світлодіоди.

Пристрій MRZS-F має вихід DIP для живлення двох дискретних пристроїв. Вихід DIP працює і під час живлення пристрою від струмів КЗ. Постійна напруга на виході DIP знаходиться в діапазоні від 185 В до 225 Ст.

РКІ пристрою має підсвічування, яке вмикається-вимикається по наступному алгоритму:

- пристрій вмикається без підсвічування РКІ 1, якщо живлення пристрою йде від оперструму (не від струмів КЗ), то через 1 з вмикається підсвічування;
- якщо пристрій переходить на живлення від струмів КЗ підсвічування вимикається;
- через 300 с після старту підсвічування або після останнього натискання на будь-яку кнопку підсвічування вимикається;
- при відсутності підсвічування після натискання на будь-яку кнопку вмикається підсвічування (навіть при живленні від струмів КЗ). Якщо це кнопка роботи з меню, то функція ця кнопки при першому натисканні не виконується, а тільки вмикається підсвічування.

#### **4.6 Місцевий/дистанційний режими роботи**

Забезпечено робота пристрою в режимі місцевого і дистанційного управління.

При місцевому управлінні команди з верхнього рівня блокуються.

При дистанційному управлінні команди з верхнього рівня не блокуються.

Вибір режимів роботи здійснюється за допомогою функціональної клавіші або/і через дискретний вхід (на час наявності сигналу).



При виборі режиму від функціональної клавіші забезпечено проходження режиму при втраті живлення пристрою.

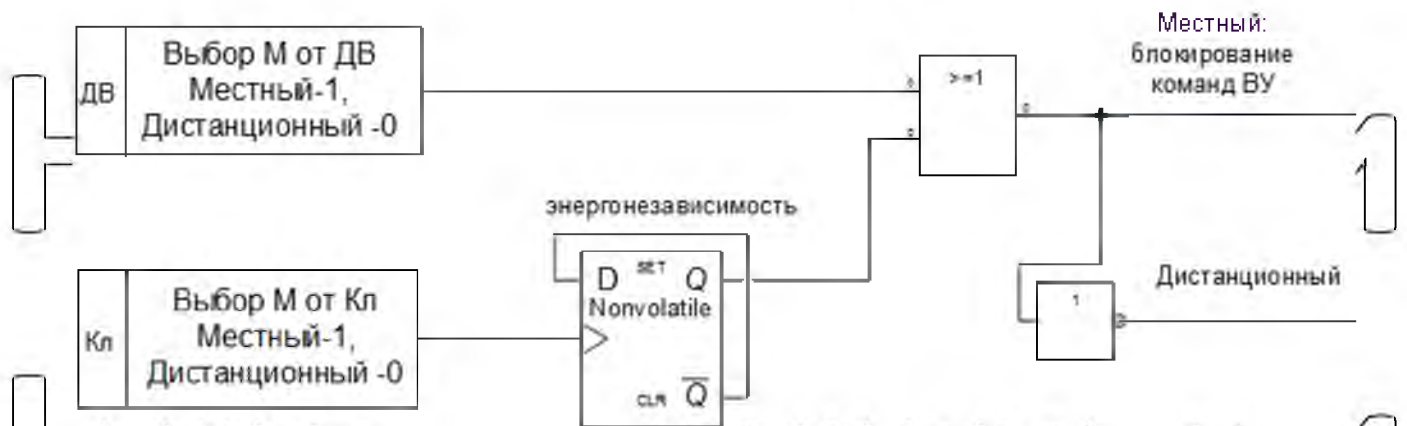


Рис 4.6 Функциональная схема блока местного/дистанционного режима работы

#### 4.7 Регстрація

Регстратори пристрою забезпечують реєстрацію та зберігання дискретних (вхідних, вихідних) та аналогових сигналів, інформації про спрацювання органів захисту та автоматики з прив'язкою їх до поточної дати та часу, а також усіх видів несправностей з фіксацією типу несправності і прив'язкою їх до поточної дати та часу. Регструються всі програмні перезапуски пристрою з фіксацією причини перезапуску.

Регстратор має можливість знімання інформації за допомогою ПК (через інтерфейс USB) або через АСКУ MRZS-F (Ізольований порт RS485).

Пристрій забезпечує читання інтегральних показників, зареєстрованих при аварії, через мінідисплей.

#### 4.8 Ручне управління

Пристрій має вбудований пульт з клавіатурою і дисплеєм для:

- конфігурування пристрою;
- призначення сигналів на дискретні входи, виходи і світлодіоди;
- перегляду і зміни уставок, зчитування результатів вимірювання і реєстрації;

- введення коефіцієнтів трансформації трансформаторів;

- перегляду поточного стану дискретних входів і виходів;
- установки і зчитування поточного часу і дати;
- корекції ходу годин;
- видачі команд натисканням функціональних клавішей.

Всі налаштування здійснюються тільки після введення з клавіатури пароля, який можна змінювати.

У пристрої передбачено встановлення налаштування по замовчуванню та встановлення мінімальних параметрів.

#### 4.9 Індикація

Світлодіодна індикація роботи захисту пристрою MRZS-F реалізована як нормальна, так і тригерна (із запам'ятовуванням).

Скидання індикації може здійснюватися клавішею "С", функціональною клавішею - вищої клавіатури з призначеним сигналом "Скидання індикації", від ДВ або від комп'ютера.

#### 4.10 Робота MRZS-F з ПК

У пристрої MRZS-F забезпечено можливість підключення до комп'ютера через інтерфейси USB та RS485. Інтерфейс USB є сервісним. Вони призначені для:

- установки сигналів на дискретні входи, виходи і світлодіоди;
- перегляду і зміни уставок і витримок часу;
- зчитування результатів вимірів;

- зчитування реєстрації самодіагностики і реєстрації аварій;
- введення коефіцієнтів трансформації трансформаторів;
- установки і зчитування поточного часу і дати;
- корекції ходу годинника.

Всі налаштування здійснюються тільки після введення пароля. Протокол зв'язку за інтерфейсами USB та RS-485 - Modbus RTU.

#### 4.11 Робота в АСКУ

У пристрої MRZS-F забезпечена можливість його включення в автоматизовану систему контролю та управління MRZS-F (АСКУ MRZS-F) через інтерфейси:

ізолюваний інтерфейс RS-485, зі швидкістю обміну від 9600 до 115200 біт/с.  
Протокол обміну - ModBus RTU.

інтерфейс Ethernet (оптичний, ST Duplex або провідний, RJ-45), протокол обміну - MEK-61850 (IEC 61850). Апаратні виконання з інтерфейсом Ethernet

Через вказані інтерфейси є можливість:

- конфігурування пристрою;
- установки сигналів на дискретні входи, виходи і світлодіоди;
- перегляду і зміни уставок і витримок часу;
- зчитування результатів вимірів;
- зчитування реєстрації самодіагностики і аварій;
- введення коефіцієнтів трансформації трансформаторів;
- установки і зчитування поточного часу і дати;
- корекції ходу годин.

У пристрої MRZS-F забезпечена можливість встановлення мережевої адреси з клавіатури або зовнішнього комп'ютера.

Максимальна довжина кабелю мережі інтерфейсу RS485 не повинна перевищувати 1000м.

Максимальна кількість пристроїв, які можуть бути підключені до АСКУ

# НУБІП України

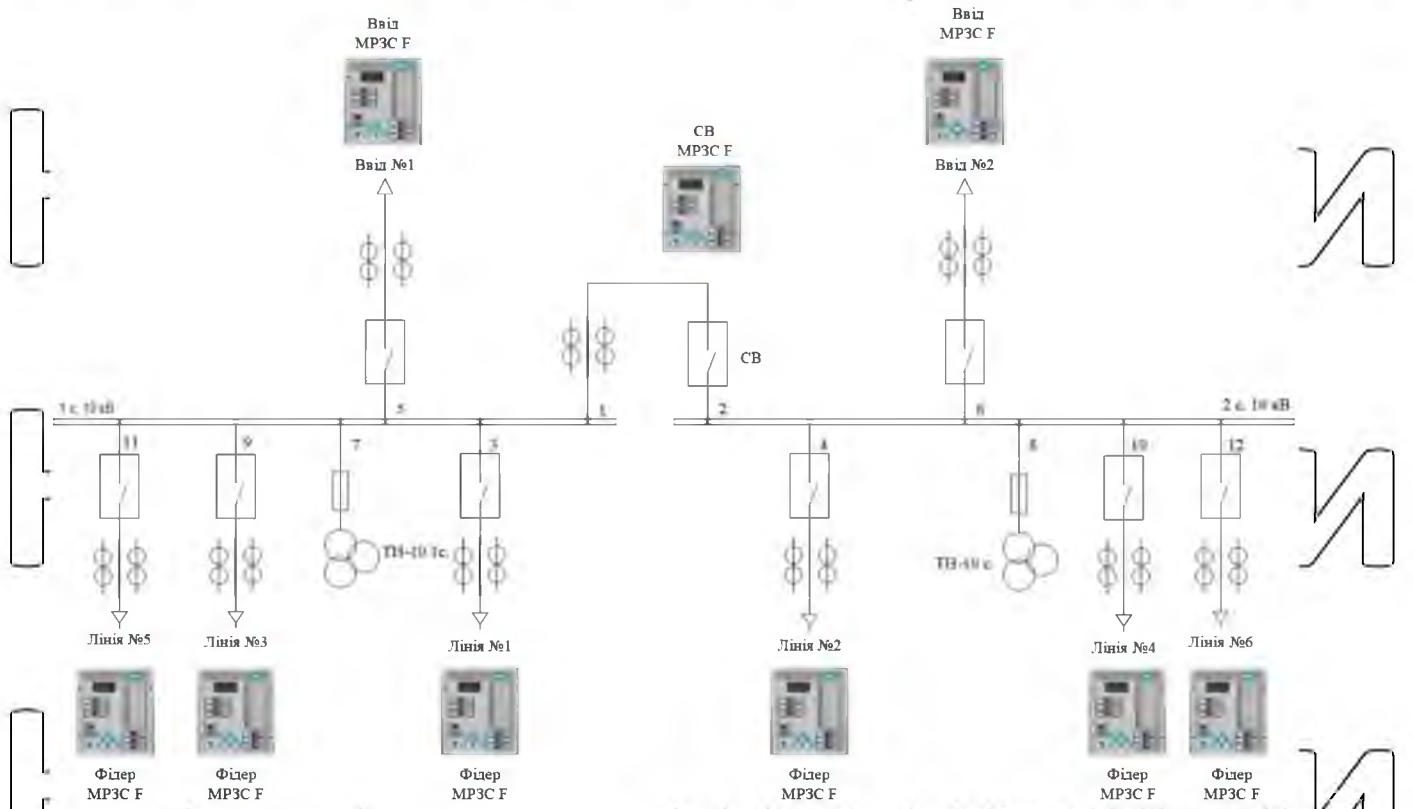
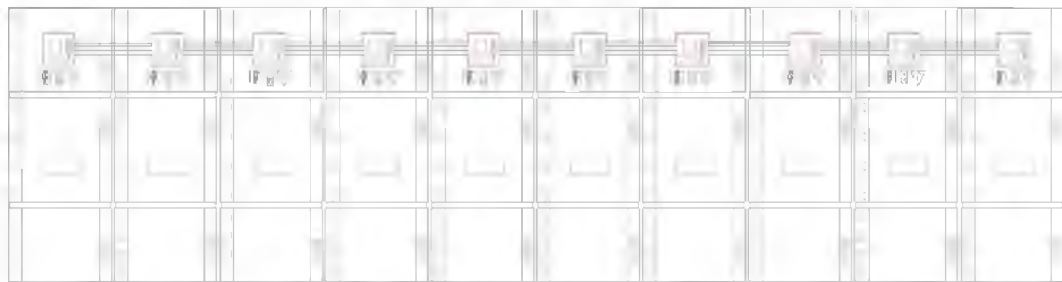


Рис. 4.7 МРЗС F на схемі підключень



☰ Hardwired connections    ⚡ Protection functionality    ⚙ Control    ▾ Measurements

Рис. 4.8 Секція 10 кВ

РОЗДІЛ 5. РОЗРОБКА МОДЕЛІ ОПЕРАТИВНО-ДИСПЕТЧЕРСЬКОГО УПРАВЛІННЯ

# НУБІП України



## 5.1 Призначення

Програма rromSCADA призначена для обробки та відображення інформації, що надходить з апаратури управління, збору (передачі) даних.

Програма rromSCADA дозволяє виконувати наступні операції:

- відображення стану комутаційного обладнання (дискретні сигнали - ТЗ)
- відображення значень безперервних сигналів (аналогові сигнали - ТІ)
- налаштування і переналаштування системи на реальний об'єкт автоматизації
- створення схеми і додавання нових елементів
- видача і архівування аварійних повідомлень

Зібрана інформація відображається на моніторі та призначена для оперативного контролю параметрів та їх аналізу.





## 5.2 Умови виконання і запуск програми

Програма promSCADA призначена для роботи на персональних комп'ютерах. До персонального комп'ютеру пред'являються наступні мінімальні вимоги.

Процесор ..... Core Dual - 2500МГц,

ОЗУ ..... 1 ГБ,

Відеосистема ..... SVGA 128MB RAM,

Монітор ..... 17 □ 1280 □ 1024 □ 75Гц,

Дисковий простір ..... 60 GB,

Маніпулятор "Миша" ..... PS/2,

Мережева плата ..... залежить від мережі замовника

Для організації функції видачі мовних повідомлень можливе додаткове встановлення звукової плати з необхідної до ній периферією (підсилювач, динамік, мікрофон).

### 5.3 Основні налаштування

Для початку роботи в програмі "promSCADA" необхідно пройти авторизацію введи

• **ЛОГІН** - служить для введення

особистого Логін користувача, для

доступу до управління схемою або  
налаштування програми;

• **ПАРОЛЬ** - служить для

введення особистого пароля користувача,

для доступу до керування схемою або

налаштування програми;

Існує три види користувача в програмі:

- Адміністратор ( admin )

- Диспетчер ( user )

- Релейник ( relay )

Кожен з користувачів має свої права доступу та можливості які створюються адміністратором.

**Адміністратор** має право створювати, редагувати, видаляти та налаштовувати систему на максимальному функціоналу програми "promSCADA". А також створювати права доступу для інших користувачів.

**Диспетчер** має право моніторити мнемосхем, виводити команди управління МС та ТУ, а також переглядати архіви та графіки. Але диспетчер не може вносити зміни до схеми і додавання нових об'єктів у систему, такі права є тільки у адміністратора.

**Релейник** має право моніторити мнемосхему, надіслати команди управління МС та ТУ, а також переглядати архіви та графіки. Але релейник не може вносити зміни до схеми і додавання нових об'єктів у систему, такі права є тільки у адміністратора.







"promSCADA" складається з головного вікна, в якому відображаються:

з лівої сторони меню :


- вкладка **СХЕМИ**;
- вкладка **АРХІВ** ;
- вкладка **ГРАФІКИ**
- вкладка **ОСЦИЛОГРАМИ**

в верхньому правому кутку піктограма  **Поточні повідомлення** слугують для інформування користувача про останні зміни, що відбулися в системі

в верхньому правому кутку значок  **НАЛАШТУВАННЯ** служить для налаштування баз даних та параметрів системи. Містить підпункти :

- **НАЛАШТУВАННЯ ПРОЕКТУ** ;
- **ЛОГІЧНІ ЕЛЕМЕНТИ**;
- **НАЛАШТУВАННЯ КОРИСТУВАЧА** ;
- **КОНСТРУКТОР СХЕМ** ;
- **СИНХРОНІЗАЦІЯ ЧАСУ СИСТЕМИ**

- в верхньому правому кутку значок  **Мій профіль** ;
- в верхньому правому кутку значок  **ВИЙТИ З Облікового ЗАПИСУ** ;

- згорнути ліве меню  , щоб розгорнути додаток на весь екран



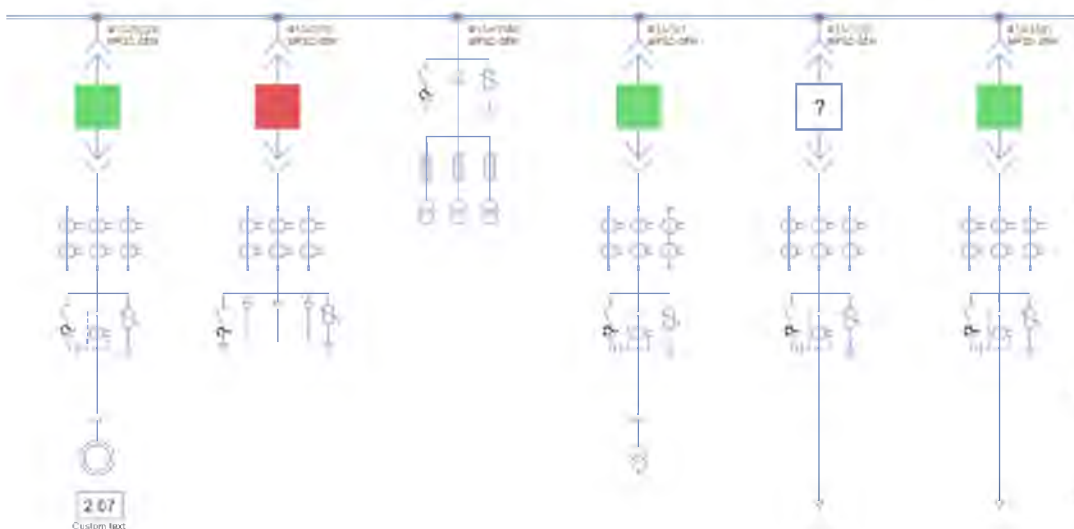
# НУБІП УКРАЇНИ

- значок масштабування схеми

Склад пунктів меню залежить від налаштування програми та прав користувача. При цьому (згідно налаштувань) деякі пункти можуть бути відсутні, а деякі (у процесі підключення плагінів) можуть додаватися динамічно.

# НУБІП УКРАЇНИ

- Основні пункти меню СХЕМИ - меню для виклику схем. З'являється перелік існуючих схем;



# ІІНІ

Більшість робочої області програми служить розміщення у ньому схем. Схеми використовуються для відображення в реальному часі стану ТІ і ТС і інших даних.

# НУБІП УКРАЇНИ

Вгорі екрану знаходиться головне меню з пунктами для загального налаштування системи і виклику.

Склад пунктів меню залежить від налаштування програми та прав користувача. При цьому (згідно налаштувань) деякі пункти можуть бути відсутні, а деякі (у процесі підключення плагінів) можуть додаватися динамічно.

# НУБІП УКРАЇНИ

Основні пункти меню більше докладно:

- **Схеми (Мнемосхеми)** – меню для виклику схем. З'являється лише за відсутності панелі кнопок виклику схем;

# НУБІП УКРАЇНИ

- **АРХІВ** - відображаються всі події, що відбувалися під час роботи. Це перемикання сигналів (ТС), події ручного введення, дії оператора, а також усі перелічені події, для перегляду повної хронології подій;

- **АРХІВ ПОДІЙ** - містить підпункти:
  - **ЛОГ ДІЙ** - відображається хід виконання;

• Вхід і вихід користувача;  
• відправку одиночної або групової команди телеуправління по схемам;  
• квітувати – підтвердження диспетчером прийому інформації про зміну станів сигналів (ТІ/ТЗ).

• ЛОГ ЗМІНИ - відображає дії користувача:  
• налаштування проєкту та редагування – містить інформацію про проведені зміни проєкті додавання нових пристроїв, сигналів, команд, налаштування схем, та виклику повного списку схем.

• **АРХІВ ДАНИХ** - містить підпункти:

• Стан сигналів (ТІ/МС) - відображається поточний стан сигналів (ТІ та ТЗ) в табличному вигляді, як вони зберігаються у базі даних. Разом із найменуванням сигналу відображається його стан, прийняте з ТМ і значення, введене вручну.

• сигнали (ТІ) - відображають зміни ТІ в табличному і графічному вигляді.

• **ГРАФІКИ** – відображаються стан сигналів (ТІ та МС) що відбувалися під час роботи. Містять підпункти:

• **ЗВ'ЯЗАНІ ГРАФІКИ** – відображається об'єднані графіки робочого процесу з сигналами ТЗ та ТІ.

• **МОНИТОРИНГ** - відображення поточного стану сигналів ТІ з висновком на графіці окремо з висновком самого значення.

• **ОСЦИЛОГРАМИ** - використовуються для викачування як списку осцилограм так і файлів осцилограм з пристроїв які опитуються в системі не перешкоджають роботі процесу.

• **НАЛАШТУВАННЯ** - служить для налаштування баз даних і параметрів системи. Містить підпункти:

• **НАЛАШТУВАННЯ ПРОЄКТУ** - повне налаштування проєкту включає налаштування контролера ЮСД, пристроїв, сигналів ТС та ТІ, та команд;

• **ЛОГІЧНІ ЕЛЕМЕНТИ** – це елементи, які служать для надбудови та додавання нових додаткових функцій для сигналів ТЗ та ТІ, та для налаштування поведінки системи, більше розширеною та складною логіки.

• **НАЛАШТУВАННЯ КОРИСТУВАЧА** – додавання нових користувачів або зміни поточних з редагування прав доступу;



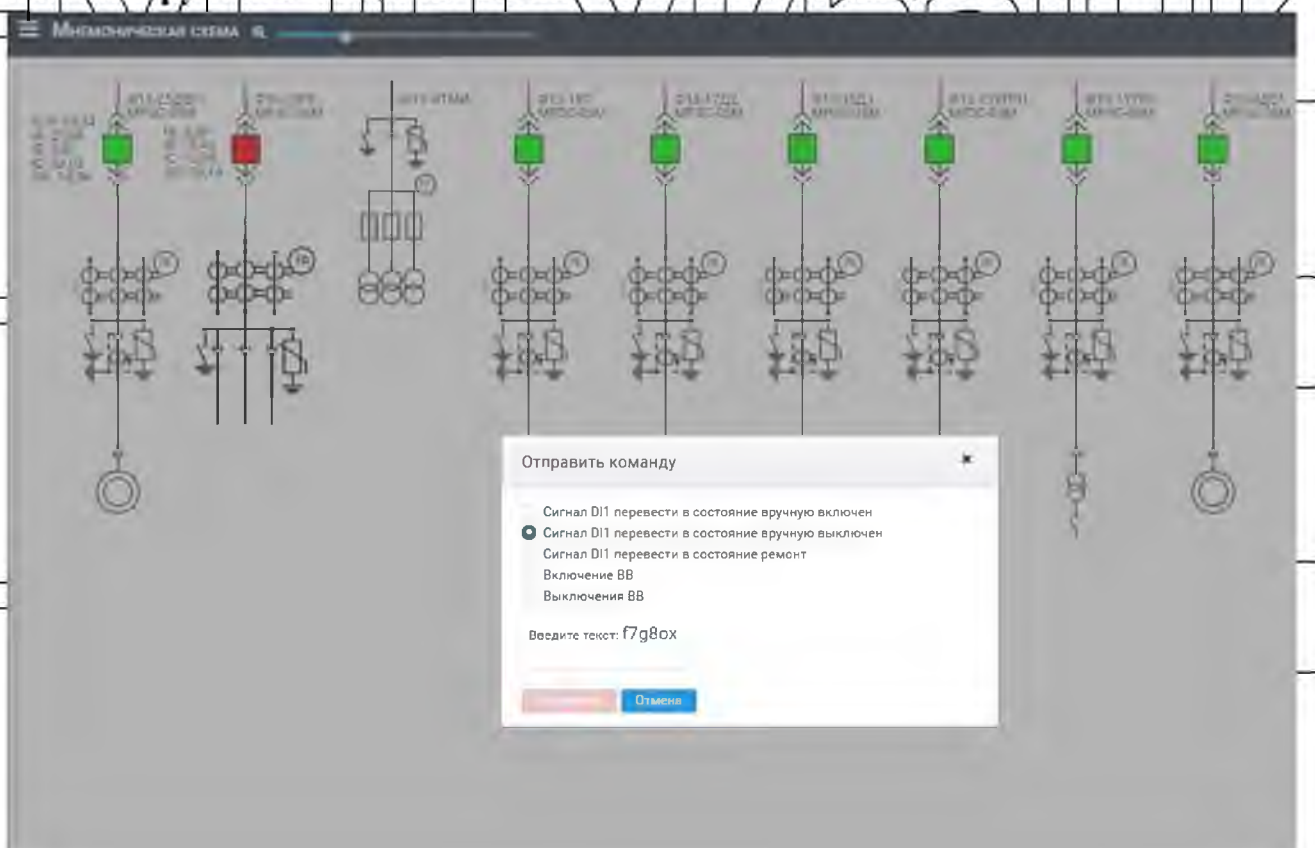
- **КОНСТРУКТОР СХЕМ** - редагування мнемосхем та додавання нових елементів на схему.
  - **СИНХРОНІЗАЦІЯ ЧАСУ СИСТЕМИ** - налаштування синхронізації часу за пристроями, які перебувають в системі
  - **МІЙ ПРОФІЛЬ** - зміна даних користувача
  - **ВИХІД** - завершення роботи програми.
- ### 3. УПРАВЛІННЯ СХЕМОЮ

Виклик схем виконується шляхом:

- натискання кнопок швидкого виклику схем в меню лівої сторони екрану;
  - вибору з списку схем - (Вкладка Схеми і підкладки);
  - створенням на схемі елементу (кнопки).
- максимальна кількість одночасно відкритих схем - не обмежено.

Так як це додаток відкривається в веб-браузері є можливість відкрити кожен нову схему у новій вкладці. Якщо вся схема не поміщається на екрані - її можна масштабувати за допомогою зуму вбудованого в кожену схему окремо що забезпечить найкращу видимість елементів та можливість переглядати далекі ділянки схеми.

#### 5.4 Виконання ручного введення ГС або виконання команди TV



Для виконання функції введення ТС (ТУ) необхідно щоб користувач був авторизовано і він мав право відправляти команди ТС (ТУ). Після коректної авторизації введення логіну та пароля необхідно на мнемосхемі встановити курсор миші на вибраному елементі ТС і натисніть на нього лівою кнопкою миші. Якщо в налаштуваннях компоненту на схемі заведено команди ТС, то з'явиться вікно введення ТЗ. Для ручного введення ТЗ виберіть необхідний стан ("Увімкнути", "Вимкнути", "Опитувати автоматично") або інший стан ручного введення з випадаючого списку, далі необхідно провести підтвердження написати пароль у заданому полі і якщо даний пароль збігається з поточним можна, можливо натискати кнопку "ОК". різновид введення команди ТС "Опитувати Автоматично" - скасовує значення ручного введення та переводить ТС у режим виведення інформації, що надходить із пристрою збору даних. Номер групи назв вказується в налаштуваннях кожного ТС індивідуально в поле «N повідомлення». за замовчуванням номер першої події 0 (вимкнути). Номери подій групи повинні слідувати один за одним у порядку зростання. Ознакою поділу груп назв служить переривання послідовної нумерації подій які записуються в Конструкторі схем при додаванні ТС. Наприклад прийнято події 0, 1, 2, 3. Це перша група. Номери 4 ні – це ознака закінчення групи. 5, 6, 7, 8, 9, 10 – це друга група. Номери 11 немає – ознака закінчення другої групи. Для переходу на відображення інформації, приходять по каналам зв'язку, натисніть кнопку «Опитувати Автоматично». Якщо в налаштуванні елемента вказана адреса ТУ (Tag 1 0), то у вікні, що випадає з'явиться команди ТУ після команд ТС. Для виконання ТУ потрібно спочатку натиснути кнопку "Включити" або "Вимкнути", далі необхідно провести підтвердження написати пароль у задане поле і якщо цей пароль збігається з поточним можна натискати кнопку "ОК" Для скасування дій служить кнопка скасування.

НУБІП України

## 5.5 Архів даних



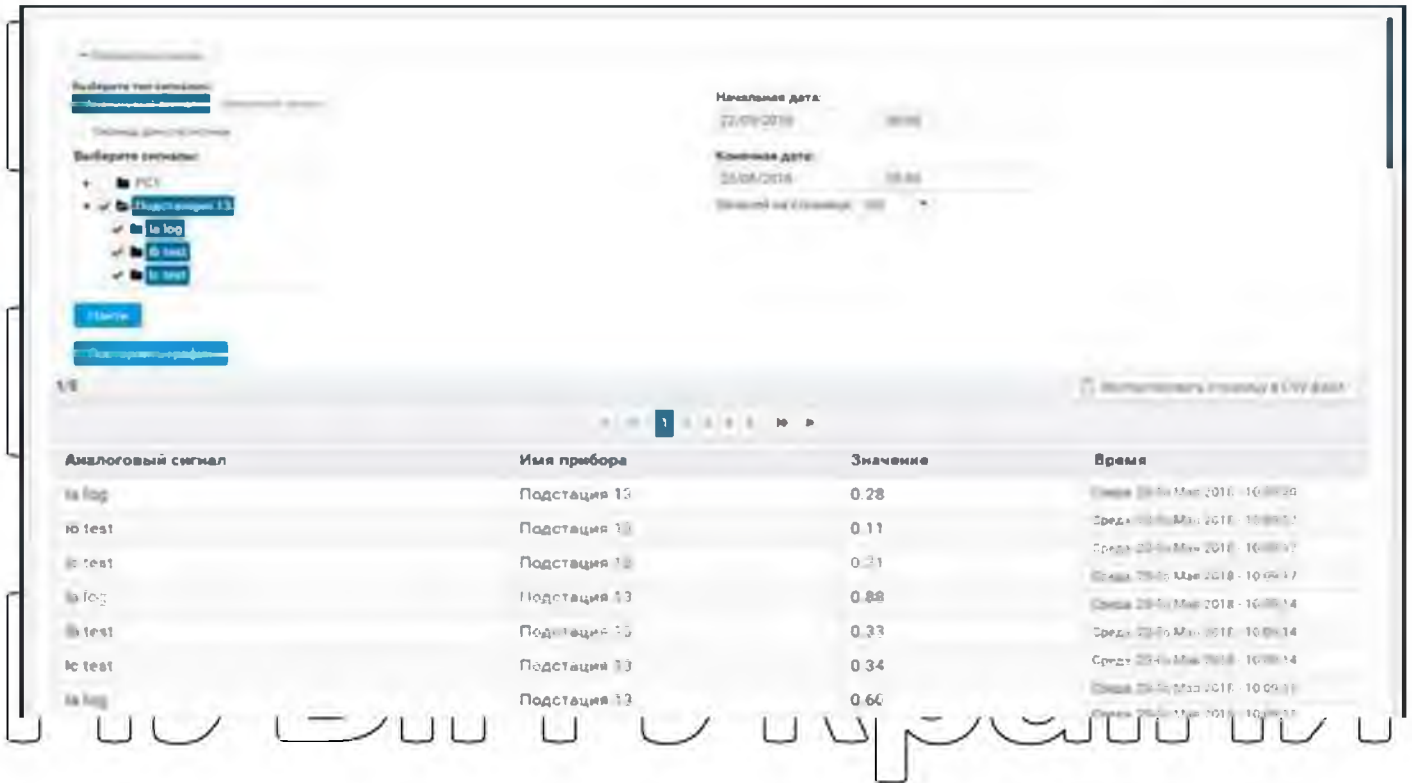
Архів ТІслужить для перегляду та аналізу у хронологічному вигляді значень ПІ чи ТС. можливо формування різних типів архівів даних з інтервалом записи 1-60 секунд, вартовий архів, з інтервалом записи 1 годину, денний архів з інтервалом записи 1 день. Дискретність записи і глибина архів визначаються в вікні параметри пошуку налаштування загальних параметрів пункти. Початкова дата, Кінцева дата та кількість записів на сторінці

Архів формується у вигляді файлів баз даних із глибиною 1 добу кожен. В імені файлів цих архівів закодовано день, місяць та рік запису. Наприклад 23\_03\_18 відповідає 23 березня 2018 року. Кількість файлів добових архівів задається програмою по замовчуванню налаштовується в вікні загальних налаштувань. Річний архів має глибину 1 рік.

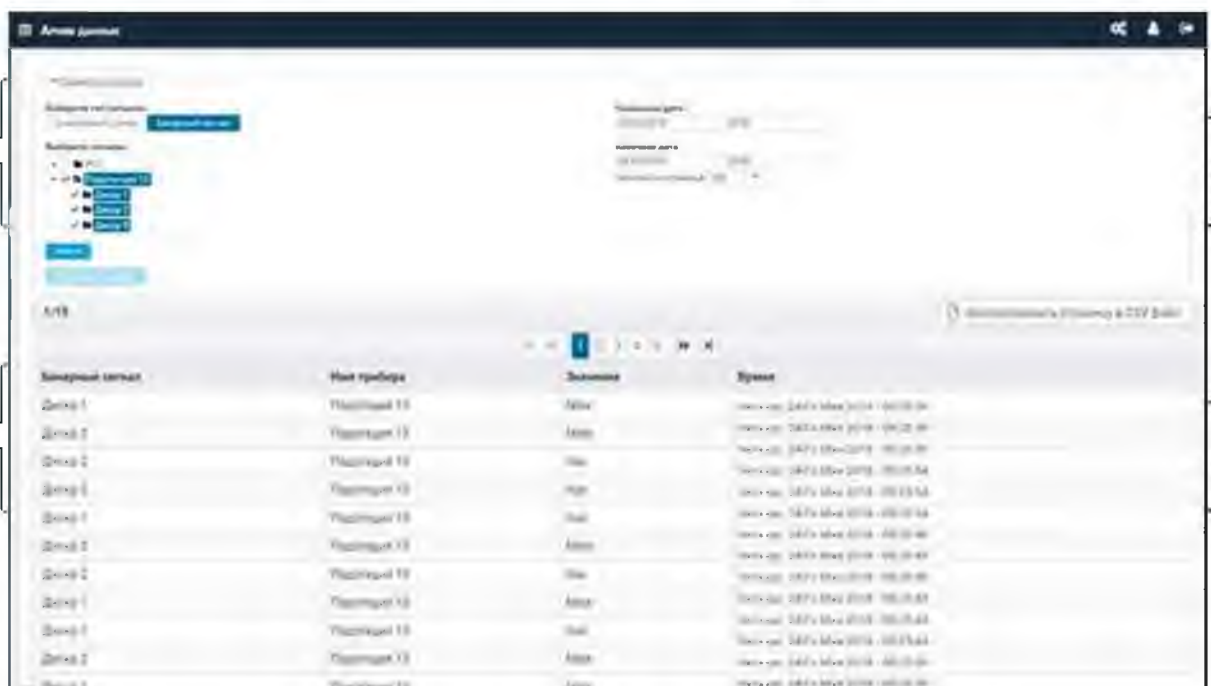
НУБІП України

НУБІП України



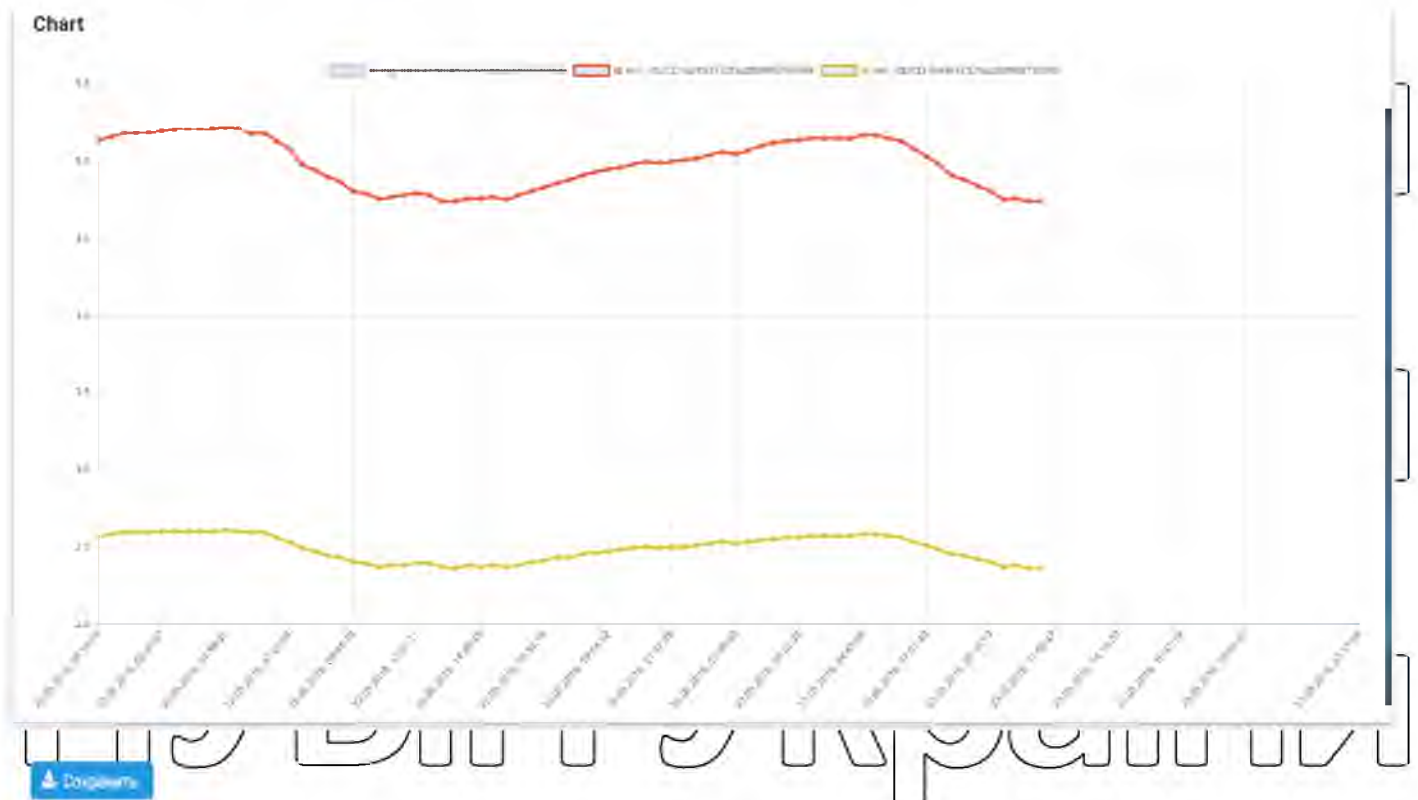


Для перегляду значень потрібно вибрати тип архіву (Аналогові сигнали (ТІ), Бінарні сигнали (ТС)) і потім потрібно, задати дату та інтервал вибірки з яким повинні виводитися архівні дані. Початкова дата, Кінцева дата і кількість записів на сторінці. Для вибору ТІ служить закладка «ТІ» з списком доступних напрямків, що розкривається. Після вибору потрібного напрямки відбувається відображення ТІ даного напрямку далі лівою клавішею миші вибрати із списку ЮСД необхідні сигнали ТІ. Вибране ТІ виділяється та додається до таблицю чи графік. У крайньому лівому стовпці таблиці відображається назва сигналу ТІ, значення в заданий момент часу та час запису даних.



Для відображення станів ТС служить закладка "ТС". Вибір ТС здійснюється аналогічно ТІ. Для масштабування виведення ТС служить поле «Кількість записів на сторінці» – інтервал по вертикальній осі, через який виводиться кожен ТС. Слід врахувати, що виводяться тільки на сторінці перші 100 записів ТС на наступній сторінці 100 записів наступні і так далі.

Для перегляду Архівних даних в вигляді графіка служить кнопка "Побудувати Графік".



Перегляд графіка здійснюється на сторінці. Листання сторінки проводиться смугою прокручування. Вибір ділянки (масштабування) проводиться шляхом наведення курсору миші на необхідну точку. Також можливо приховати на графіку сигнал ТІ, якщо натиснути лівою клавішею миші на вибраний сигнал на графіку зверху.

Є можливість вибрати інтервал (частоту зрізів значень ТІ) перегляду архіву (від 10 сек. до 60 хв.). Не рекомендується задавати велику кількість точок на графіку ( $\geq 500$ ) при виборі часу більше діб, не



причині значного збільшення часу на завантаження архіву.

Зберегти в файл - експорт таблиці або графіка в файл. Таблиці записуються в форматі CSV, HTML, RTF, XLS. Графіки - JPEG.

Напрямок висновку - висновок графіка ліворуч праворуч.

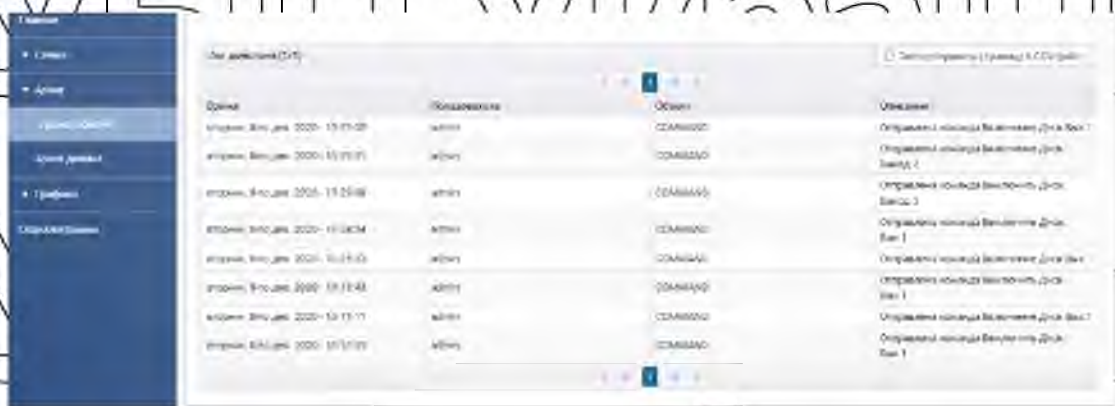
Частина значень таблиці можна скопіювати для перенесення даних до іншої програми. Для цього потрібно виділити необхідні осередки таблиці, натиснути клавіші CTRL-C або вибрати пункт випадаючого меню правою кнопкою миші.

## 5.6 Архів подій

Архів подій являє собою вікно, в яке входять два варіанти архіву:

Архів Лог або Архів Зміни подій.

Архів формується як файлів баз даних глибиною 1 добу, місяць чи рік. В імені файлу цих архівів закодовані день, місяць і рік запису. Наприклад A18\_03\_23 відповідає 23 березня 2018 року, а A18 - 2018 року. Налаштування в яких файли записуються та читаються встановлюється на початку експлуатації програми, шляхом внесення у файл налаштування по узгодженню з замовником.



У **Архів Події** є можливість перегляду Лог зміни. У таблиці відображається список усіх дій користувача з налаштування проекту, час здійсненої зміни користувача, об'єкт за яким було внесено зміну та опис по кожній виконаній дії. При записі архіву днями, вибір здійснюється шляхом вибору дати архіву. При записі за місяцями чи роками вибір



проводиться шляхом виділення мишею інтервалу дат у межах місяця.  
Для початку пошуку за обраною датою потрібно натиснути кнопку "Знайти".

Можна вивести інформацію щодо ТЗ, що належать до одного з типів.

Типи формуються при налаштування бази ТЗ.

Так само як і в архіві ТІ виконується збереження, текстовий файл, кнопка Зберегти в файл - експорт таблиці в файл. Таблиці записуються в форматі CSV, HTM, RTF, XLS.

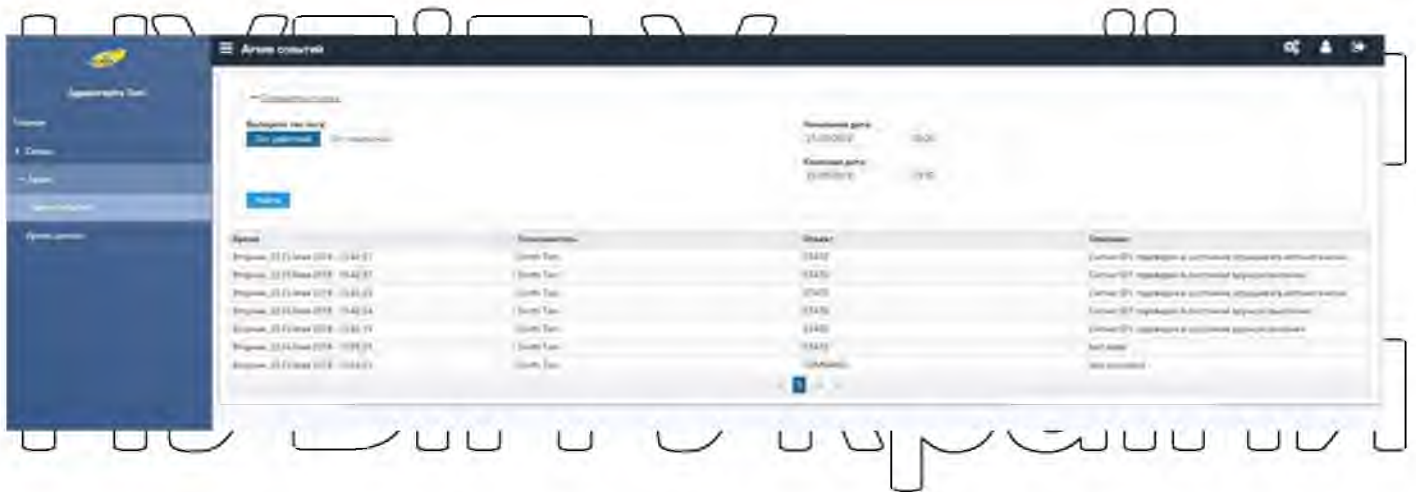
Таблиці зміни Архіву можливо побачити режим перегляду:

- **Користувач**. У цю колонку вносяться прізвища користувачів, які робили зміни і його дії, прив'язані по час.

- **Ручне введення**. У даному архіві міститься інформація про ручний ввід ТІ і ТС з вказівкою прізвища користувача і часу, коли ручне введення було зроблено. Архів містить інформацію: найменування напрямку, час, прізвище користувача, вид телеінформації (ТІ або ТЗ), опис та значення ручного введення.

- **Хронології зміни**. В даному архіві міститься інформація про всі події в хронологічному порядку. Архів містить інформацію: найменування напрямки, час, прізвище користувача, вигляд телеінформації (ТІ або ТЗ), опис і значення ручного введення.

**Архів Події.** Лог дії викликається з меню у вкладці Архів за замовчуванням стоїть за останню добу. У таблиці відображається список усіх дій, користувач, що їх виконав, і стан ТІ або ТЗ по кожному напрямку, значення ручного введення та час, що минув після останньої зміни значення. При записі архіву днями вибір проводиться шляхом вибору дати архіву. При записі за місяцями або роками вибір здійснюється шляхом виділення мишею інтервалу дат в межах місяця. Для початку пошуку по обраною даті потрібно натиснути кнопку "Знайти".



Можна вивести інформацію щодо ТЗ, що належать до одного з типів.

Типи формуються при налаштуваннях бази ТЗ.

Так само як і в архіві ТІ здійснюється збереження в текстовий файл, кнопка **Зберегти в файл** - експорт таблиці в файл. Таблиці записуються в форматі CSV, HTM, RTF, XLS.

В таблиці Архіву дії можливо побачити режим перегляду:

- **Архів відключень** . У архіві міститься інформація про всі включеннях і відключення каналів ТМ. Відображається: найменування напрямку, стан УТМ, час включення та відключення УТМ.

- **Перемикання** . Архів забезпечує користувача інформацією про перемикання технологічного обладнання. Відображається: найменування напрямки і ТС котрий перемкнувся, його стан та час перемикання.

- **Архів ТІ** . У даному архіві міститься інформація про вихідні значень ТІ за допустимі та аварійні межі.

- **Хронологію дій** . В даному архіві міститься інформація про всі події в хронологічному порядку. Архів містить інформацію: найменування, напрямки, час, прізвище користувача, вигляд телеінформації (ТІ або ТЗ), опис.

## 5.7 Графіки

Вкладка **ГРАФІКИ** містить дві під вкладки:

### ЗВ'ЯЗАНІ ГРАФІКИ

служить для перегляду і аналізу в

хронологічному виду значень ТІ і ТС на графіках де можна порівняти

значення ТІ і ТС разом.

**МОНИТОРИНГ** служить для перегляду і аналізу в хронологічному  
виду значень ТІ в реальному часу

У ПОВ'ЯЗАНИХ Графіках можливо формування поєднаного графіку з  
значень ТІ і ТС, дискретність запису та глибина архіву визначаються у

вікні параметрів пошуку налаштування загальних параметрів пункти:

Початкова дата, Кінцева дата і кількість записів на сторінці (від 50 до 500  
точок).



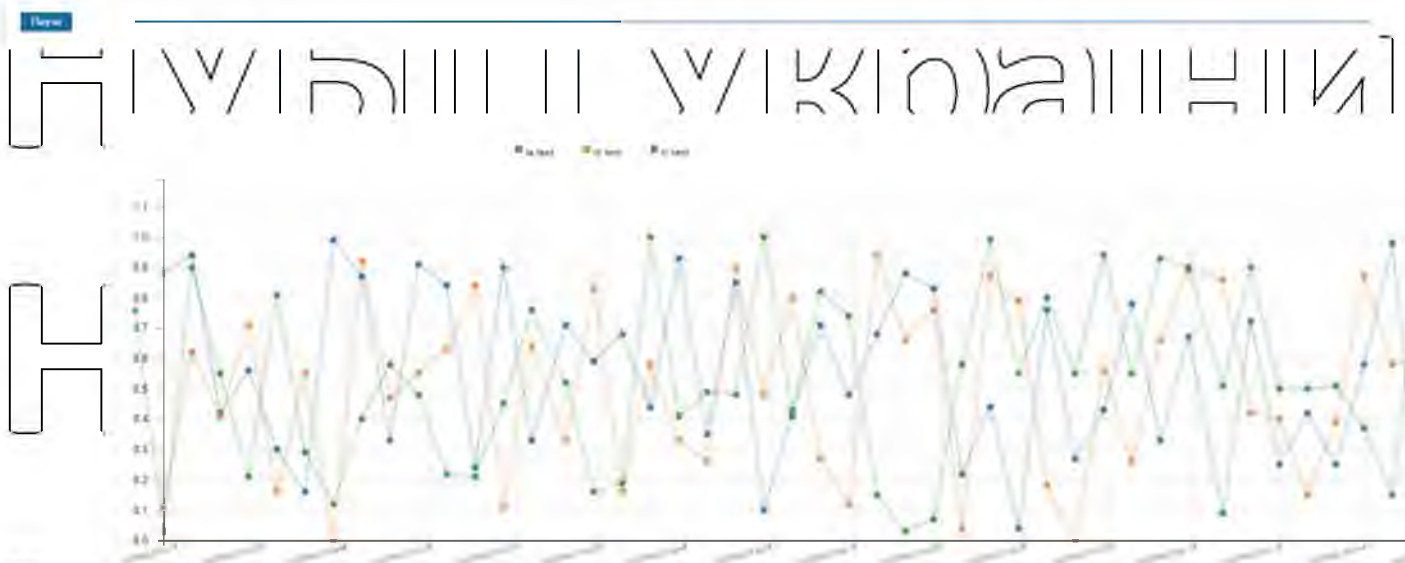
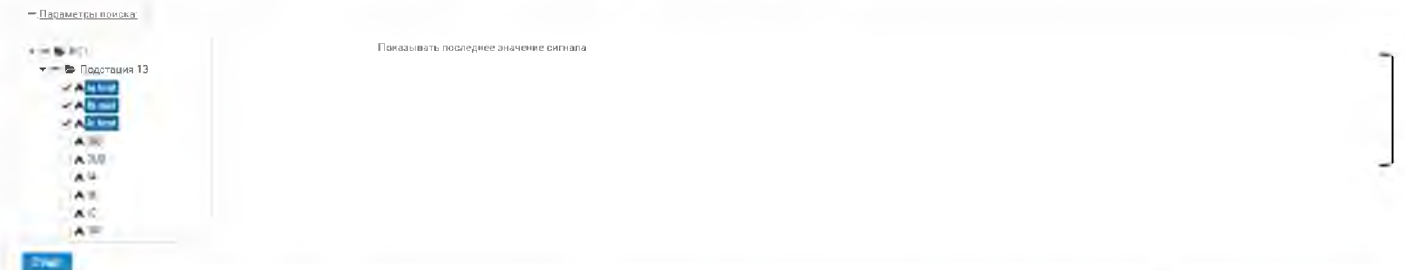
Початкова дата: 17/03/2020 10:00  
Кінцева дата: 17/03/2020 11:59  
Записів на сторінці: 100







У **МОНІТОРИНГУ** можливе формування графіка з значень ТІ в реальному часі у вікні параметри пошуку налаштування обираємо з одного пристрою кілька сигналів і натискаємо кнопку **СТАРТ** після цього відобразиться графік з вхідними значеннями ТІ.



Можливо призупинити графік натиснувши на кнопку **ПАУЗА** та переглянути більш детально графік.

## 5.8 Осцилограми

Вкладка **ОСЦИЛОГРАМИ** здійснює скачування осцилограми з пристрою не зупиняючи процес моніторингу всієї системи. Спочатку лівою клавішею миші відкриваємо дерево об'єкту натискаючи на стрілочку, відкривається дерево всіх пристроїв пов'язаних з даним



## Осциллограммы

Выберите прибор:

- PC1
  - Подстанция 13
  - Line 2
  - Line 1
  - Line 2
  - Line 3
  - Line 4
  - Sectional Switch

Выберите прибор!

Лівою клавішею миші натискаємо на пристрій з якого необхідно завантажити осцилограму та у правому вікні з'явиться можливість викачати осцилограму у вигляді файлів COMTRADE (файли .cfg і .dat). Для різних пристроїв є можливість завантажити як об'єднані у файли осцилограми так і якщо пристрій більш старшої версії викачується два різних реєстратора (Об'єднаний) Аналоговий та Дискретний реєстратор

Выберите прибор:

- PC1
  - Подстанция 13**
  - Line 2
  - Line 1
  - Line 2
  - Line 3
  - Line 4
  - Sectional Switch

Объединенный регистр

Дискретный регистр

Прочитать объединенный регистр

Объединенный регистр    Дискретный регистр

Применить объединенный регистр

Номер	Начальная дата	Запись сохранена	Время	Источник
0	Jun 20, 2019, 12:52:59 PM	<a href="#">Скачать CFE</a>	12:52 PM	<a href="#">Скачать осциллограмму</a>
1	Jun 19, 2019, 10:43:25 AM	-	10:43 AM	<a href="#">Скачать осциллограмму</a>
2	Jun 18, 2019, 11:44:53 AM	-	11:44 AM	<a href="#">Скачать осциллограмму</a>
3	Jun 12, 2019, 1:13:20 PM	-	1:13 PM	<a href="#">Скачать осциллограмму</a>
4	Jun 5, 2019, 11:53:15 AM	-	11:53 AM	<a href="#">Скачать осциллограмму</a>
5	Jun 3, 2019, 12:07:03 PM	-	12:07 PM	<a href="#">Скачать осциллограмму</a>
6	Jun 1, 2019, 9:39:47 AM	-	9:39 AM	<a href="#">Скачать осциллограмму</a>
7	May 7, 2019, 12:45:10 PM	-	12:45 PM	<a href="#">Скачать осциллограмму</a>
8	Apr 30, 2019, 9:52:19 PM	-	9:52 PM	<a href="#">Скачать осциллограмму</a>
9	Apr 29, 2019, 10:31:06 PM	-	10:31 PM	<a href="#">Скачать осциллограмму</a>
10	Apr 28, 2019, 9:44:03 PM	-	9:44 PM	<a href="#">Скачать осциллограмму</a>
11	Apr 27, 2019, 9:37:46 PM	-	9:37 PM	<a href="#">Скачать осциллограмму</a>
12	Apr 27, 2019, 11:00:54 AM	-	11:00 AM	<a href="#">Скачать осциллограмму</a>
13	Apr 26, 2019, 11:03:01 AM	-	11:03 AM	<a href="#">Скачать осциллограмму</a>

Після прочитання списку осцилограм натискаємо кнопку

Завантажити Осциллограму і починається завантаження двох файлів у фоновому режимі, не заважаючи моніторингу робочого процесу системи.

### 5.9 Налаштування проекту

Налаштування проекту здійснюється вибором пункту меню



"Вікна": "Налаштування"

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

Вікно містить наступні кнопки:

Додати ЮСД - це пристрій, який знаходиться безпосередньо на об'єкті - в шафі ТМ потрібно прописати його налаштування:

**Ім'я** - назва об'єкту або інше позначення

**Опис** - коротка інформація

**Інтервал** - інтервал в мілісекундах спитування контролера ЮСД

Далі потрібно натиснути кнопку Зберегти щоб ЮСД додалося до бази даних та адреса збережеться в лінійці карти ЮСД екрану.

Після додавання ЮСД його можна редагувати.

**Увага** при видаленні ЮСД видаляються всі налаштування пристроїв, сигналів ТС і ТУ та команд.



## 5.10. Налаштування користувача

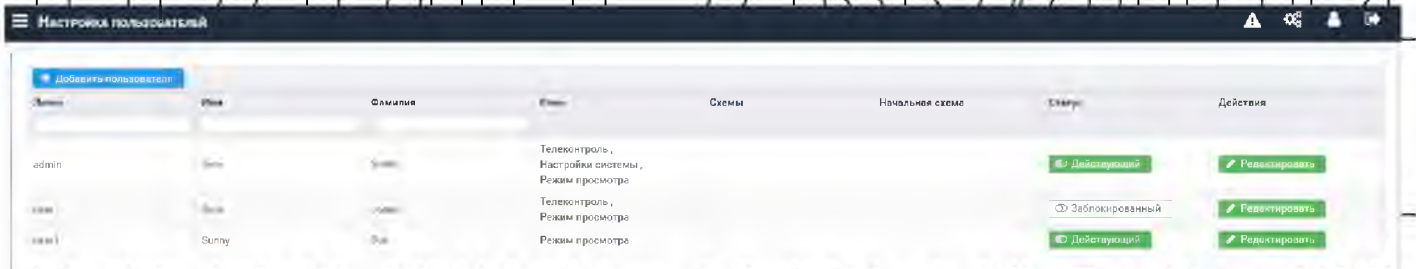
Налаштування користувача це створення облікового запису зі сторони АДМІНІСТРАТОРА для

переходу в налаштування користувача необхідно в верхньому в



правому меню

вибрати вкладку Налаштування і далі



підвкладку Налаштування користувача.

Після відкриття вкладки, Налаштування користувача, на екрані відобразиться таблиця всіх користувачів створених раніше або порожня таблиця якщо користувачів не було створено. У таблиці є інформація:

- **Логін** - назва користувача

- **Ім'я** - ім'я користувача


- **Прізвище** - прізвище користувача

- **Ролі** - права доступу, які створює для кожного користувача окремо адміністратор

- **Схеми** - схеми, які користувач, має право переглядати.

- **Початкова схема** - схема, яка буде першочерго відображатися для користувача.

- **Статус** - це поточний стан користувача.

- **Дії** - є можливість редагувати  користувача.

створення Користувача здійснюється натисканням на кнопку Додати

Користувача



і відкривається нове вікно в якому

створюється Користувач.

НУБІП України



Спочатку обираємо тип користувача з правами доступу **РОЛЬ** -

Добавить пользователя

Роль: Выберите роли

Логин: Обязательно для заполнения

Имя: Обязательно для заполнения

Фамилия: Обязательно для заполнения

Пароль: Обязательно для заполнения

Добавить пользователя

Роль: Выберите роли

Логин:

Имя:

Фамилия:

q

- Настройки системы
- Телеконтроль
- Режим просмотра

Якщо обрані **ролі**:

- Налаштування системи (CONFIG\_ACCESS)

- Телеконтроль (TELECONTROL)

- Режим перегляду (READ\_ACCESS)

Якщо обрані три ролі то це є **Адміністратором** і може повністю керувати проектом, конфігурувати, редагувати та видаляти у вкладці

Налаштування будь-які дані.

Якщо обрано дві ролі Телеконтроль (TELECONTROL) і Режим перегляду (READ\_ACCESS) то це є **Диспетчер**. Від нього прихована панель налаштування. Диспетчер може дивитися Схеми, відправляти команди та переглядати всі види архівів, але не має права вносити корективи до налаштувань проекту.

Якщо вибрано Режим перегляду (READ\_ACCESS) тобто **Оглядач**, від нього прихована панель налаштування, і він може дивитися тільки

Схеми.

- **Логін** - це поле по якому проходить авторизація користувача

- **Ім'я** - ім'я користувача, яке надалі записується в архіви

- **Прізвище** - прізвище користувача, яке записується в архіви

- **Пароль** - це поле, за яким користувач проходить авторизація.

Далі необхідно натиснути кнопку **Додати користувача** щоб  
КОРИСТУВАЧ був внесений в бази даних.

Редагування користувача можливо при натисканні кнопки в таблиці

Редактирование пользователя

Роль: Телеконтроль, Настройки системы,  
Режим просмотра

Логин: admin

Имя: Tom

Фамилия: Smith

Пароль: .....

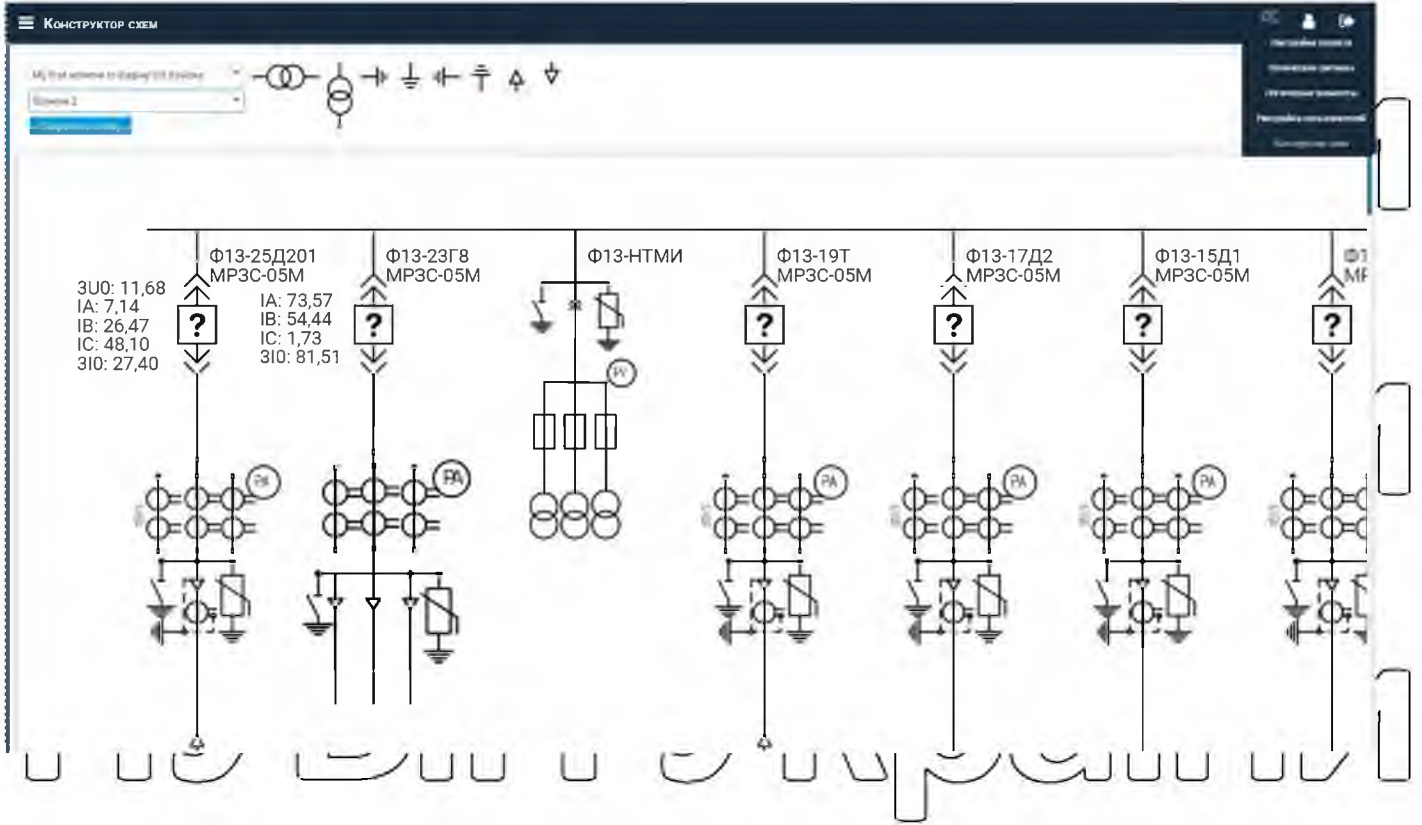
Сформировать пароль

✎ Редактировать

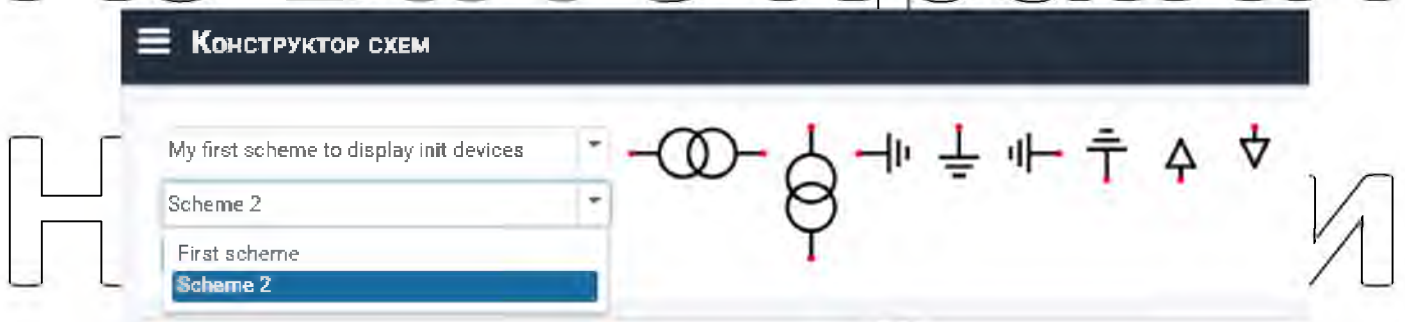
5.11. Редактор схем

# НУБІП України

Редатування схем здійснюється вибором пункту меню Конструктор схем, обрати вкладку Налаштування і далі підвкладку Конструктор схем.



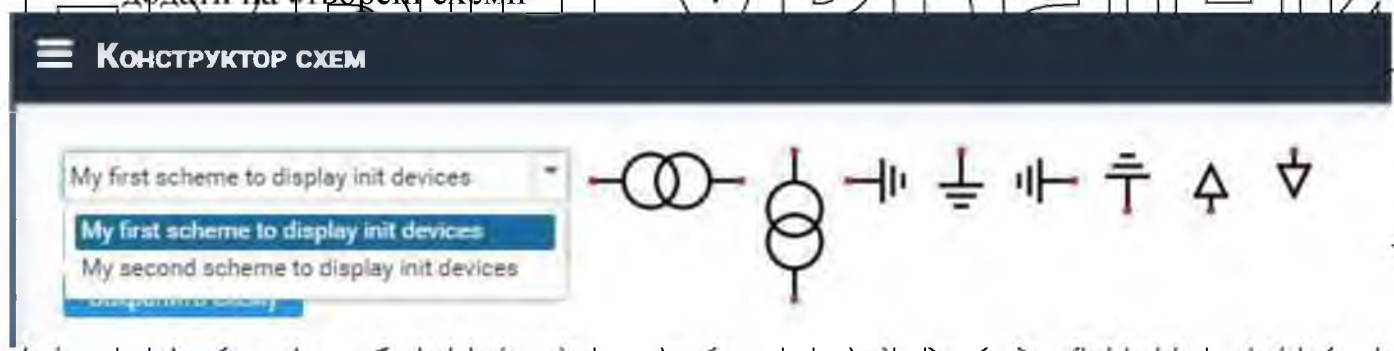
При виборі цього пункту в меню «КОНСТРУКТОР СХЕМ» з'явиться вікно з існуючими схемами і в лівій частині вікна є можливість обрати схему, яку необхідно відредатувати.



# НУБІП України



У верхній частині вікна є вибір існуючих елементів та тексту, які можна додати на створені схеми



Для додавання нових елементів зі списку необхідно вибрати його лівою клавішею миші, не відпускаючи клавішу перенести на схему.

Для зміни налаштування елемента необхідно натиснути на нього лівою клавішею миші та у випадяючому меню вибрати контролер ЮСД до якого

Изменить настройки элемента



Команды:

UCD:

Сигналы:

Включение ВВ,  
Выключения ВВ

Выберите UCD  
PCT  
Подстанция 13

Выберите сигнал

Сохранить

Отмена

відноситися даний елемент на схемі

Після вибору контролера ЮСД є два випадяючих списку:

- перелік Команд які можливо завести на цей елемент
- перелік дискретних ТС сигналів які були налаштовані раніше

Далі після вибору зі списку команд та сигналів їх необхідно зберегти натиснувши кнопку.

Для додавання нового елемента з списку Тексту необхідно вибрати його лівий клавішею миші не відпускаючи клавішу перенести на схему.

НУБІП України



НУБ

Изменить настройки элемента



Размер:

Текст:

14

default text

Сохранить

Отмена

НУБ

Текстовий елемент може бути просто текстом - тоді в поле текст вводиться необхідна інформація і задається його розмір. Після цього

необхідно зберегти зміни, натиснувши кнопку Зберегти або можна скасувати зміни.

НУБІП

України

НУБІП

України

НУБІП

України

НУБІП

України

НУБІП

України

## РОЗДІЛ 6. РОЗРОБЛЕННЯ СИСТЕМИ ЗАХИСТУ ТА ВИПРОБУВАННЯ ЇЇ НА СПРАЦЮВАННЯ ВІД ВИПАДКОВИХ ЗБУРЕНЬ

### 1. Показники САР при випадкових збуреннях

На розподільчому пункті можуть відбуватися наступні випадкові збурення:

віддалені короткі замикання, які не входять в зону захистів автоматики РП, але будуть відчуватися вимірювальними органами автоматики РП;

- загальне падіння напруги в енергомережі;
- подача струму на знеструмлені шини РП від двигунів споживачів, які перейшли в режим роботи генератора;
- спрацювання датчиків світла на ЗДЗ від випадкових джерел живлення.

Від випадкових збурень у вигляді нетривалих зменшень напруги та перевищень струмів запобігають шляхом витримки дії захистів. Через те що захисти на підстанції не спрацьовують миттєво, це дає можливість спрацювати захистам, що знаходяться на інших РП, які живляться від нашої. Живлення знеструмлених шин РП від двигунів споживачів, що перейшли в режим роботи генератора може призвести до спрацювання АЧР та зайвого відключення лінії, через те що двигуни споживачів подають напруги на шини знеструмленої підстанції з частотою відповідною застухаючому обертанні ротора двигунів. Для запобігання випадкових спрацювань ЗДЗ, даний захист додатково застосовується з контролем струму. Датчик світла діє на відключення тільки при наявності струмів короткого замикання.

### 2. Визначення часу квантування

Час квантування цифрової системи управління розподільчим пунктом залежить від тактової частоти процесорів терміналів захистів та від швидкості спрацювання вихідних реле терміналів та блок-контактів первинного обладнання, що межується від 7 до 40 мс.

На даний час частота квантування залежить від двох складових: це частота роботи процесора в МРЗ та швидкості спрацювання фізичних зв'язань на блоках контактів.

Зменшити цей час ми можемо відмовою від вихідних реле при передачі сигналів від терміналу до терміналу. Середня швидкість спрацювання реле це 20 мс. Впроваджуючи цифрову систему управління ми зможемо зменшити частоту квантування – чим збільшимо швидкодію деяких засобів та зможемо зберегти обладнання, тому що основна задача нашої роботи – це збереження обладнання.

Негативним наслідком збільшення частоти квантування є збільшення частоти спрацювання системи захисту. Однак в даній системі ми позбуваємося затримки, яку дає час спрацювання контактів на вихідних реле. Викидаючи зі схеми цей компонент, час спрацювання контактів вихідних реле, ми не впливаємо на роботу процесора.

Також цим впровадженням ми підвищимо надійність нашої системи. Надійність всієї системи становить сума надійності кожного компонента цієї системи. І чим менше компонентів в механізмі – тим він надійніший. Можна зробити прилад з 10000 елементів надійність кожного з них буде 0,9999, здається, що має вийти безвідмовний апарат, але якщо все скласти воедино - то надійність всієї системи буде дорівнювати 0,9.

НУБІП України

НУБІП України

# НУБІП України

## РОЗДІЛ 7. ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНА ЧАСТИНА

### Розробка принципової електричної схеми вторинних кіл лінії 10 кВ на РП-

# НУБІП України

При проведенні реконструкції було прийнято рішення виконати заміну пристроїв МРЗС-05Д-04 на пристрої наступного покоління МРЗС-Ф з використанням технології “цифрового зв’язку”. Використання даних технологій дозволить зменшити кількість вторинних з’єднань, перенести частину логіки роботи автоматики РП в цифровий вигляд, підвищити рівень спостереження за системою та зменшити час на обслуговування.

# НУБІП України

В попередній схемі обмін інформацією між терміналами виконувався за допомогою фізичних провідників – один ланцюг для одного сигналу. Використовувалося багато вторинної комутаційної апаратури. Протокол Modbus не дозволяв обмінюватися достатньою кількістю сигналів між рівнем РП та диспетчерським пунктом.

# НУБІП України

Всі сигнали переносяться в цифрове середовище. Протокол Modbus замінюється на більш перенективний протокол IEC-61850, а вся вторинна комутуюча апаратура інтегрована безпосередньо в термінал у вигляді органів управління на передній панелі.

# НУБІП України

Принципову електричну схеми вторинних кіл лінії 10 кВ на РП представлено в Доданок 1. На верхній частині схеми зображено попередні релейні захисти – нижче, після модернізації.

# НУБІП України

## **.2 Розроблення щита керування**

# НУБІП України

У сучасному мікропроцесорному обладнанні щитом управління виступає передня панель терміналу захисту, а від сторонніх кнопок, ключів, накладок, перемикачів, сигнальних ламп – намагаються відмовитися. Тому що будь-яке з’єднання у вторинних колах знижує надійність всієї системи.



Щитом управління для присідань ліній 10 кВ виступають пристрої  
MP3C-FV(рис. 7.1).

Елементи щита управління:

1. Рідинно-кристалічний дисплей, на якому відображаються виміри  
електричних величин, стан комутаційного приєднання у вигляді мнемо-  
схеми також там можна проводити налаштування пристрою і  
подивитися дані реєстрації подій.

2. Ліворуч від екрана розташований блок програмованих світлодіодів на  
які ранжуються необхідні функції. В нашому випадку - повідомлення  
аварійної та попереджувальної сигналізації.

3. Вище знаходиться блок непрограмованих світлодіодів (Normal, START,  
TRIP). Normal – нормальний стан пристроїв, START – спрацювання  
пускових органів будь-яких захистів, TRIP – старт аварійних пристроїв,  
що призвели до аварійного відключення.

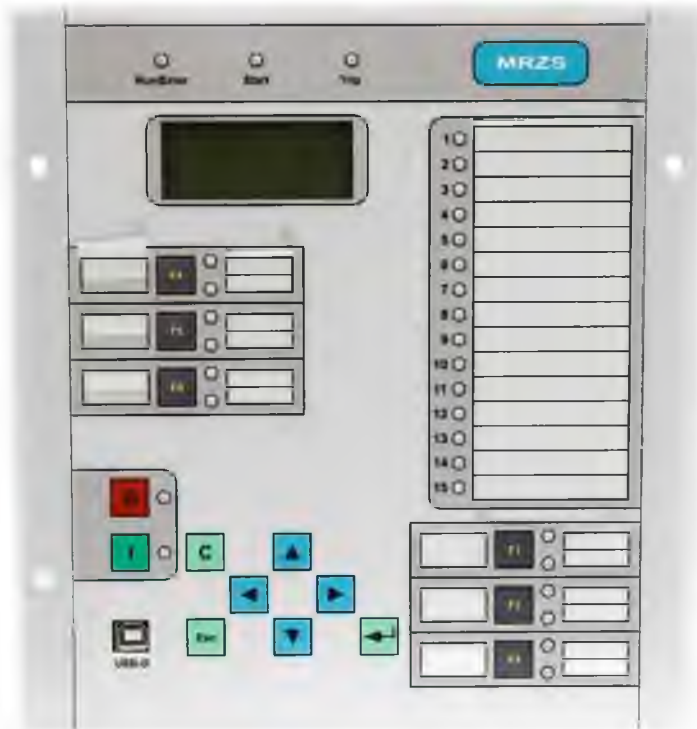
4. Праворуч внизу знаходяться кнопки для ручного управління  
приєднанням.

5. Знизу по центру знаходяться кнопки управління і порт RG 45 для зв'язку  
з зовнішнім пристроєм.

НУ

НУ

НУ



ІНИ

ІНИ

ІНИ

Рис. 7.1 Передня панель приладу захисту ліній 10 кВ МРЗС-Ф

В кожній комірці 10 кВ встановлено наступні датчики: датчик дуги, цифрові трансформатори струму, датчик вимірювання напруги на лінії.

Від цих датчиків на щит управління відходять такі сигнали:

- сигнал від трансформаторів струму- показання величини струму в реальному часі;
- дискретний сигнал рівня масла;
- аналоговий електричний сигнал від реле ЗПН;
- аналоговий сигнал положення вимикача;
- сигнал ручної дії (вкотити, викотити).

На ТН Іс.:

- дискретні сигнали від візка, заземлювача, датчика дугового захисту;
- аналоговий електричний сигнал твід трансформатор напруги;
- сигнал ручної дії (вкотити, викотити).

На ТН кіл обліку:

НУБІП України

дискретні сигнали від візка, заземлювача, датчика дугового захисту;  
аналоговий електричний сигнал від трансформатора напруги

# НУБІП України

На приєднанні:

- дискретні сигнали від візка, заземлювача, датчика дугового захисту, вимикача (вкл., викл.);
  - цифровий сигнал від трансформатора струму;
  - сигнал автоматичної дії на відключення.
- # НУБІП України

Є можливість телеуправління від диспетчерського пункту.

На щитове обладнання поступають сигнали аварійної сигналізації, попереджувальна сигналізація, сигналізація про положення, виміри і ручне управління.

# НУБІП України

### .3 Спрощена структурно-функціональна схема РП

Схема обміну сигналами між пристроями релейного захисту подана на рис. 7.3

# НУБІП України

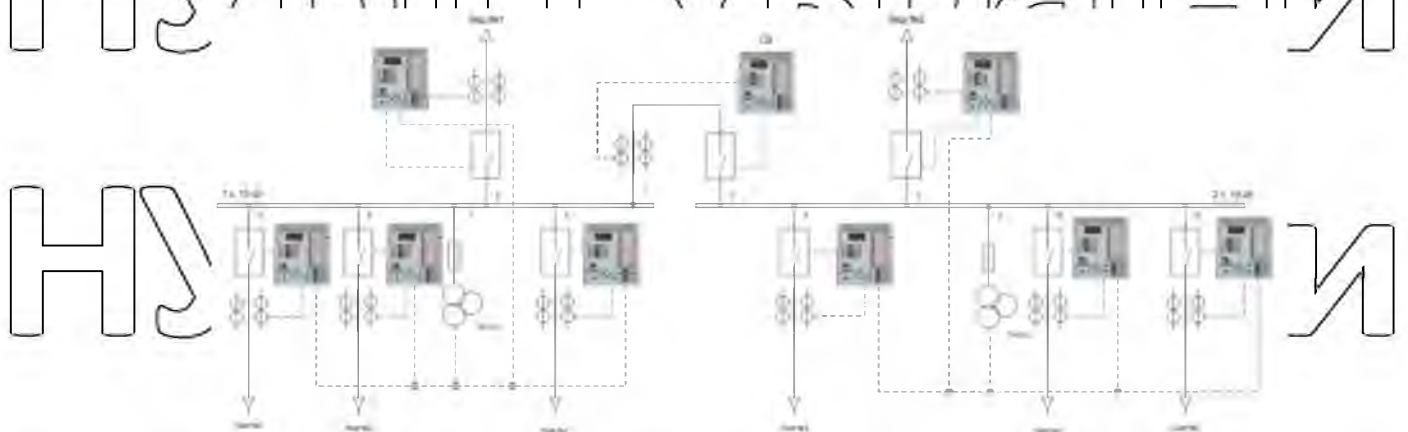


Рис. 7.3 Схема обміну сигналами між пристроями релейного захисту на РП

# НУБІП України

— інформація для управління від терміналів на вимикачі та від комплексного обладнання на термінали; - - - - вимірювальні сигнали напруги;

— вимірювальні сигнали струму

До вимірювальних сигналів належать аналогові сигнали від трансформаторів струму і напруги, які надходять до терміналів автоматики та захистів та перетворюються у цифровий сигнал.

# НУБІП України

Від терміналів до вимикачів надходить дві команди: Включення та  
Відключення.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

Таблиця 7.1 Карта обміну пристроїв сигналами, що задіяні в системі  
захисту і автоматики ВП

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України



НУБІП України

Найменування	Сигнали	Адресат
Лінії що відходять (MP3C-F)	START MC3	Лінія 10, ввід 10, СВ
	START MCB	Лінія 10, ввід 10, СВ
	START ЛЗШ	Ввід 10
	Спрацювання ПРВВ	Лінія 10 кВ, ввід 10, СВ
	Сигнал ЗДЗ	Лінія 10 кВ, ввід 10, СВ
ШТН (MP3C-U)	Спрацювання АЧР	Лінії що відходять
	Спрацювання ЧАПВ	Лінії що відходять
	Сигнал ЗДЗ	Ввід 10, СВ
Пристрій захисту вводу (MP3C-F)	Блокування ЛЗШ	Лінія 10 кВ, СВ-10
	Включення від АВР	СВ
СВ	START MC3	Ввід 10, СВ
	Спрацювання ПРВВ	Ввід 10, СВ
	Сигнал ЗДЗ	Ввід 10, СВ

НУБІП України

НУБІП України

7.4 Спрощена структурна схема об'єкта

НУБІП України

Було розроблено спрощену структурну схему об'єкта (рис. 7.4) на якій показано первинне комутаційне обладнання, роботу якого потрібно автоматизувати та термінали релейного захисту.

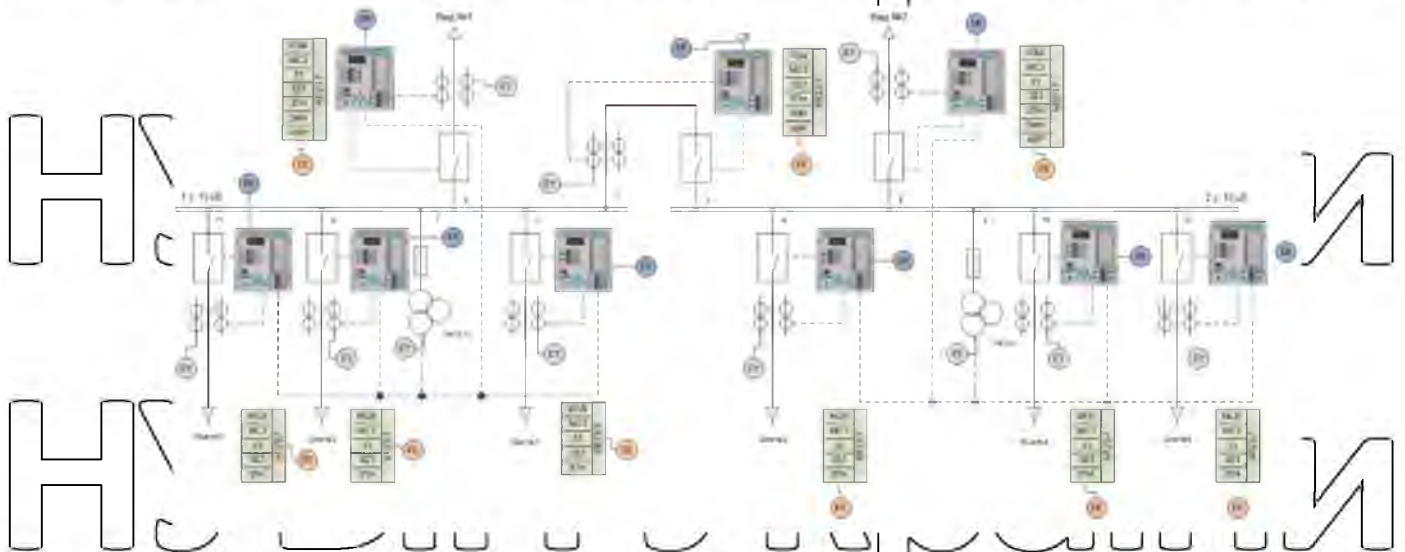


Рис. 7.4 Спрощена структурна схема об'єкта

Умовні позначення на малюнку 7.4:

МСВ – максимальна струмова відсічка;

МСЗ – максимальний струмовий захист;

ЗЗ – земляний захист;

ЗДЗ – захист від дугових заземлень;

ЗПН – захист від підвищення напруги;

ЗМН – захист мінімальної напруги;

ЛЗШ – логічний захист шин;

АВР – автоматичне введення резерву.

Устаткування РП здійснюється відповідно до ПУЕ, які передбачають відповідні заходи безпеки для обслуговуючого персоналу.

Основними факторами, що впливають на безпеку оперативного та обслуговуючого персоналу розподільного пункту, є:

небезпека прямого ураження електричним струмом при обслуговуванні різного роду електрообладнання, встановленого на даному об'єкті;

небезпека ураження електрострумом від неструмоведучих частин електрообладнання знаходяться під напругою внаслідок пошкодження ізоляції, при дотику до корпусів електроустановок, що знаходяться під напругою в разі незадовільного стану заземлення;

пожежо небезпека електрообладнання, викликана наявністю в ізоляції горючих матеріалів і речовин, ізоляційних трансформаторних масел, компаундів і т.д.;

небезпека ураження електричним розрядом грозових перенапруг (блискавкою), проникнення (занесення) електричних потенціалів в будівлі РП при грозах;

Модернізація РП-10 кВ проведена з дотриманням норм, правил, інструкцій і державних стандартів.

Щоб уникнути ураження електричним струмом при пошкодженні ізоляції все електрообладнання розподільного пункту, як існуюче, так і встановлене знову, приєднується до існуючого контуру заземлення, який має опір менше 0.4 Ом в будь-який час року.

Також слід зазначити, що завдяки впровадженню даного проекту буде скорочено кількість щитів управління, мідних проводів, механічних реле. Це в свою чергу значною мірою знизить кількість місць можливого ураження електричним струмом. Цими заходами ми знижуємо ризики травмування електротехнічного персоналу.

У всіх ланцюгах РУ-10 кВ передбачається установка роз'єднуючих пристроїв з видимим розривом, що забезпечують можливість від'єднання

апаратів кожного ланцюга від збірних шин і інших джерел напруги.

Позначення фаз і ошиновки РУ виконано відповідно до ПУЕ.

Комплектні РУ складаються з шаф, в окремих відсіках яких встановлено електрообладнання. При викочуванні візка з вимикачем спеціальні шторки автоматично захищають струмопровідні частини, що знаходяться під напругою і закривають доступ до них людей.

На розподільчій установці дотримані всі необхідні по ПУЕ відстані між розташуванням струмоведучих частин і будівлями або спорудами, відстані між струмоведучими частинами різних ланцюгів, а також протипожежні відстані і відстані необхідні для обслуговування та заміни обладнання.

На РП для гасіння пожежі передбачається волопровід з живленням від існуючої зовнішньої мережі.

Регулярно проводяться заходи з навчання обслуговуючого персоналу протипожежному мінімуму, пожежний інструктаж і протипожежні перевірки обладнання.