

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

НИНІ ЕНЕРГЕТИКИ, АВТОМАТИКИ І ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ

УДК

ПОГОДЖЕНО

Директор ННІ енергетики,
автоматики і енергозбереження

/Каплун В.В./

(підпис)

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри інженерії
енергосистем

ім. проф. В.М. Синькова

Антипов Є.О./

(підпис)

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему: «Обґрунтування технічних рішень при проектуванні цифрових
підстанцій на прикладі об'єктів "ДТЕК Регіональні розподільчі мережі"»

Спеціальність 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»
(код і назва)

Освітня програма Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
(назва)

Орієнтація освітньої програми
(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

освітньо-професійна

Гарант освітньої програми

К.Т.Н., доцент

(науковий ступінь та вчене звання)

Усенко Є.М.

(підпис)

(ПІБ)

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

К.Т.Н., доцент

Гай О.В.

Виконав

Саєнко І.О.

КИЇВ – 2023

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ ЕНЕРГЕТИКИ, АВТОМАТИКИ І ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри інженерії
енергосистем ім. проф. В.М. Синькова

К.Т.Н., доцент

Антипов С.О.

(ступінь, звання)

(підпис)

(ПІБ)

ЗАВДАННЯ

ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ СТУДЕНТУ

Саєнко Ігор Олександрович

(прізвище, ім'я, по батькові)

Спеціальність 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

(код і назва)

Спеціалізація «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

(назва)

Магістерська програма Електротехнічні системи розосередженої генерації
(назва)

Програма підготовки Освітньо-професійна

(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Тема магістерської роботи: «Обґрунтування технічних рішень при проектуванні
цифрових підстанцій на прикладі об'єктів "ДТЕК Регіональні розподільчі мережі"»

затверджена наказом ректора НУБіП України від 01.02.2023 р. № 175 «С».

Термін подання завершеної роботи на кафедру 2023.11.05

(рік, місяць, число)

В

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

х проблематика побудови систем цифрової підстанцій на теренах України

і ричини відсутності реалізації систем цифрової підстанцій на території України

д орівняння вартості реалізації класичних систем АСК ТП та РЗА та систем

н цифрової підстанції, для типової підстанції 110/35/10 кВ

Перелік графічного матеріалу: презентація у вигляді слайдів програмного
забезпечення MS PowerPoint.

Дата видачі завдання "04" лютого 2023р.

а Керівник магістерської роботи

Гай О.В.

Завдання прийняв до виконання _____

Саєнко І.О.

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

ДЛЕС – Лінія електропередач

а

г

і

с

ОСР – Оператор систем розподілу
ЦПС – Цифрова підстанція
АСК ТП – Автоматизована система керування технологічними процесами

НУБІП України

диспетчерське управління і збір даних)

ПС – Підстанція
РЗА – Релейний захист та автоматика

НУБІП України

– Distribution Management System (система управління розподіленням

електроенергії)
ПЗ – Програмне забезпечення
СВ – Струмова відсічка

НУБІП України

МСЗ – максимальний струмовий захист
ЄЗНП – струмовий захист нульової послідовності
НСЗНП – направлений струмовий захист нульової послідовності

НУБІП України

ПРВВ – Пристрій резервування відмови вимикача

ЦТН – цифровий трансформатор напруги

НУБІП України

ЦТС – цифровий трансформатор напруги
– Human Machine Interface (людино-машинний інтерфейс)

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

РОЗДІЛ 2. РЕКОНСТРУКЦІЯ ОБЛАДНАННЯ КЛАСИЧНИХ СИСТЕМ РЗА ТА

НУБІП України

2.2 Розрахунок вартості проектування класичної системи РЗА для типової

2.3 Розрахунок вартості проектування класичної системи АСК ТП для типової

НУБІП України

6 Розрахунок вартості монтажних матеріалів та кабельно-провідникової

7 Розрахунок вартості монтажних матеріалів та кабельно-провідникової

НУБІП України

НУБІП України

12 Розрахунок загальної вартості робіт по впровадженню систем АСК ТП та РЗА

3 Реконструкція обладнання систем РЗА та АСК ТП для організації цифрової

НУБІП України

3.1.5 Обладнання та програмне забезпечення для тестування та перевірки

НУБІП України

НУБІП України

РОЗДІЛ 4. ПОРІВНЯННЯ ВАРТОСТЕЙ РЕАЛІЗАЦІЇ КЛАСИЧНИХ СИСТЕМ РЗА

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

П
В
О
С
Т
А
В
Л
Е
Н
И
Й
П
О
Р
І
В
Н
Я
Н
Н
Я
В
А
Р
Т
О
С
Т
И
М
О
Н
Т
А
Ж
Н
И
Х
М
А
Т
Е
Р
І
А
Л
І
В
Т
А
К
А
Б
Е
Л
Ь
НО-
П
Р
О
В
І
Д
Н
И
К
О
В
О
Ї

ВСТУП

НУБІП України

Весь цивілізований світ та Україна, як його невід'ємна частина, знаходиться в епісі цифровізації та діджиталізації. З масштабним розвитком технологій, мікропроцесорних пристроїв, штучного інтелекту для нас вже стало нормою, що розумні годинники підказують нам коли нам краще прокидатись та засипати, щоб висипатись, розумні каво-машини зварять смачну каву вранці, розумні мультиварки приготують ситний сніданок, розумні телефони нагадують та автоматично спланують зустрічі, а за необхідності, прокладуть самі короткі маршрути до них, а поки нас не буде вдома розумний робот-пилосос прибере в квартирі. Технології допомагають нам економити, саме дорогоцінне, що в нас є – сили та час. Сили та час на дозвілля, спілкування з близькими, саморозвиток, навчання, праці, служіння на благо людства.

Процес цифровізації не оминув й енергетичну сферу, в світі вже існують системи які в автоматичному режимі керують генерацією та розподіленням електроенергії між мільйонами споживачів. Деякі системи можуть автоматично вимикати пошкоджені ділянки мереж та відновлювати живлення для всіх інших споживачів і якщо десяток років назад, для цього було потрібно близько двух-трьох годин, та виїзд персоналу на об'єкт для пошуку та локалізації пошкоджень, так зараз це може виконуватись в повністю автоматичному режимі за долі секунди, без втручання персоналу.

Мережі в яких економічно-доцільним способом об'єднують всіх учасників ринку електроенергії (генерація та споживання), з можливістю керування вироблення та споживанням з метою підвищення надійності та безвідмовності електропостачання називають розумними мережами або SMART GRID. Частиною SMART GRID є цифрові підстанції або Digital Substation. Цифровою підстанцією називається підстанція, обладнана комплексом цифрових пристроїв для вирішення завдань релейного захисту, автоматики та АСК ТП, реєстрації аварійних подій, обліку та контролю якості електроенергії, в якій максимальна кількість обладнання комунікується між собою по цифровим каналах зв'язку на уніфікованих протоколах передачі даних. В цифрових підстанціях звичні для нас струм, напруга, реле, ключі –

трансформуються в потоки даних, які надійно, достовірно та миттєво по інформаційним каналам передаються від джерела до споживача, обробляються споживачем, та за необхідності, так само миттєво, реакція на ці данні, відправляються виконавчим пристроям та механізмам, а паралельно сигнал о спрацюванні захисту/блокування/попередження, так само блискавично буде переданий та відобразиться на локальній SCADA системі, або ж направиться до системи диспетчеризації ОСР та просигналізує черговому диспетчеру. Наявність сучасних цифрових підстанцій в мережах операторів систем розподілу дозволяє онлайн режимі:

одночасно та в повному об'ємі контролювати поточний стан обладнання

нормальні, перехідні процеси в мережі

коректність спрацювання захистів та системи автоматики

планувати та проводити планові та аварійні роботи

виявляти можливі несправності в роботі мережі та обладнання

Ці всі переваги цифрових підстанцій в комплексі, дають можливість ОСР значно покращити показники SAIDI, SAIFI, а в перспективі створити електричну мережу, яка зможе функціонувати повністю в автоматичному режимі з мінімальними перервами в електроживленні споживачів.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

РОЗДІЛ 1. ПРОБЛЕМАТИКА ПОБУДОВИ ЦИФРОВИХ ПІДСТАНЦІЙ НА ТЕРЕНАХ УКРАЇНИ

В до військовий час, на території України, інформація про стан енергетики була відкритою, будь-кому за бажанням, можна було відслідковувати які об'єкти енергетики реконструюються, скільки коштів на це виділяється, хто замовник, які терміни будівництва і тд... Зараз, через повномасштабну військову агресію російської федерації проти України, обстріли об'єктів інфраструктури, знищення об'єктів генерації та розподілу електроенергії, вся ситуація про реальний стан енергетики, а також темпи відновлення/реконструкції безпосередньо пошкоджених об'єктів після атак агресора, або тих об'єктів, де підійшов час заміни обладнання на нове є засекреченою інформацією та не виводиться в інформаційний простір.

Одним з контролюючих регулюючих органів в сфері енергетики є НКРЕКП (національна комісія, що здійснює державне регулювання у сфері енергетики та комунальних послуг), своєю постановою №349 від 26 березня 2022 року закрила доступ до інформації про плани розвитку систем розподілу та інвестиційних програм ОСР. Згідно цим розробленим планам, регулятор затверджує перелік об'єктів енергетики, що підпадає під відновлення/реконструкцію, фіксує ціни та об'єми реконструкцій, а також визначає терміни реалізації цих проектів.

В зв'язку з тим, що реальний стан енергетики на даний момент не відомий, та опираючись на одні з останніх відкритих даних від Міністерства енергетики датованими 2021 роком – 61% основного обладнання електропідстанцій всіх класів напруги, повністю еспранувало свій ресурс. У 2021 році згідно наказу Міненерго №36 від 30.03.2021 планувалось відновити або реконструювати більше ніж 20 676 трансформаторних підстанцій класом напруги 6-150 кВ. Чи вдалось це виконати – не відомо.

До зношеності та морального застарівання обладнання, додалось ще й пошкодження обладнання в наслідок обстрілів агресора. Можемо зробити висновок, що енергетика в Україні знаходиться в не самому ліпшому стані та потребує значної

кількості інвестицій для відновлення та заміни застарілого, пошкодженого або знищеного обладнання.

В зв'язку з масштабністю проблеми, а також великої кількості об'єктів, що потребують модернізації/реконструкції/відновлення або нового будівництва, Кабінетом Міністрів України 21.04.2023 було затверджено розпорядження №373-р яким схвалювалась енергетична стратегія України на період до 2050 року.

14 жовтня 2022 р. розпорядженням номер 908-р Кабінетом Міністрів України було затверджено концепцію впровадження розумних мереж в Україні до 2035 року, яка ставить перед собою мету реконструкцію сектору енергетики з використанням новітніх технологій та автоматизованих систем, які в свою чергу мають значно підвищити стабільність в енергосистемі та поліпшити показники SAIDI, SAIFI.

Однією з зон розвитку розумних мереж є й будівництво цифрових підстанцій. На початок 2022 році в Україні побудовано та ефективно працювало дві новітні цифрові підстанції, а саме - ПС 150/35/10 кВ ДТЕК Приморська ВЕС та ПС 150/35/10 кВ ДТЕК Приморська ВЕС-2, в проектуванні, будівництві, налагодженні, запуску в роботу та підтримці роботоздатності яких мені пощастило прийняти участь. Стан цих об'єктів на даний момент – не відомий, так як ці об'єкти знаходяться на окупованих територіях Запорізької області. ПС ДТЕК Приморська ВЕС була запущена в роботу в 2018 році, а ДТЕК Приморська ВЕС-2 була запущена в роботу в 2019 році. Своім прикладом вони довели, що новітні та цифрові технології здатні ефективно та безаварійно працювати на теренах нашої країни.

Проблеми які виникають при будівництві підстанцій за цифровими технологіями:

ідеутність обізнаності та не зрозумілості процесів та принципів роботи ЦПС як у лінійного персоналу так і в керівництва

ідеутність великої кількості об'єктів подібного типу на території України необхідність в зміні підходів та реорганізації роботи служб ОСР в сферах РЗА та АСК ТН

ідсутність мотивації до побудови ЦПС

нікувана більша вартість реалізації технологій ЦПС в порівнянні з класичними підстанціями

ідсутність єдиного підходу до проектування, будівництва, налагодження та обслуговування цифрових підстанцій

ідсутність високо кваліфікованих та мотивованих кадрів для можливості проектування, будівництва, налагодження та обслуговування подібних систем
низька оплата праці спеціалістів в сфері енергетики

не розуміння доцільності та раціональності побудови цих об'єктів

необхідність реконструкції або будівництва не тільки вторинного, а й первинного обладнання, з організацією керування всієї КА, в тому числі по низькій стороні, встановлення цифрових трансформаторів струму та цифрових трансформаторів напруги.

ідсутність можливості використання цифрових трансформаторів струму та цифрових трансформаторів напруги для системи АСКОБ

необхідність докорінної зміни норм та правил, які діють вже не одне десятиліття

ідсутність вітчизняних, більш дешевих аналогів обладнання, які можуть бути

використані для будівництва ЦПС

необхідність мати велику кількість дорогого додаткового обладнання та програмного забезпечення для налагодження та обслуговування систем ЦПС

Всі описані вище проблеми та виклики, грають не на користь розвитку та популяризації ЦПС на теренах України. Також не мало важливим фактором є обмеженість ресурсів, які виділяються на реконструкцію та будівництво нових підстанцій, де пріоритизація реконструкції систем РЗА і АСК ТП віддається одна з останніх черг, на яких завжди намагаються з економити та обійтись «малою кров'ю».

Але в зв'язку з прийнятими концепціями розвитку енергетики в Україні, створенням систем SMART GRID, побудовою DMS (Distribution Management System) систем на рівні ОЕР (операторів систем розподілу), енергетика етикнулась з потребою

в великій кількості якісних та достовірних, даних про функціонування об'єктів енергетики з можливістю дистанційного впливу на виконавчі механізми та процеси функціонування об'єктів в режимі реального часу, а побудова цифрових підстанцій стає вимушеним та необхідним кроком для реалізації цієї концепції.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

РОЗДІЛ 2. РЕКОНСТРУКЦІЯ ОБЛАДНАННЯ КЛАСИЧНИХ СИСТЕМ РЗА ТА АСК
ТН ДЛЯ ТИПОВОЇ ПІДСТАНЦІ 110/35/10 кВ ЗІ СХЕМОЮ МОСТИК

2.1 Загальні положення

Вартість реконструкції розраховується виключно для систем АСК ТП та РЗА з врахуванням поправок, що все інше обладнання підстанції існуюче, в справному стані та достатнє для підключення до нього систем АСК ТП та РЗА

Всі підходи до вибору обладнання, технічних рішень, реалізації, базується на вимогах НЕК УКРЕНЕРГО, а саме СОУ НЕК 35.101:2018, СОУ НЕК 03.100.0-22:2021, а також технічної політики ДТЕК по застосуванню єдиних стандартів по обладнанню, матеріалам та технологіям в електричних мережах, які в свою чергу засновані на:

СТУ 2465-94 Сумісність технічних засобів електромагнітна. Стійкість до магнітних полів частоти мережі. Технічні вимоги і методи випробувань

СТУ 2709-94 Метрологія. Автоматизовані системи керування технологічними процесами. Метрологічне забезпечення. Основні положення

СТУ 3680-98 (ГОСТ 30586-98) Сумісність технічних засобів електромагнітна. Стійкість до дії прозових розрядів. Методи захисту

СТУ Б А.2.4-10:2009 Правила виконання специфікації обладнання, виробів і матеріалів

СТУ IEC 60870-2-2:2005 Пристрої та системи телемеханіки. Частина 2. Умови експлуатації. Розділ 2. Умови навколишнього середовища (кліматичні, механічні та інші неелектричні чинники) (IEC 60870-2-2:1996, IDT)

ДСТУ IEC 60870-4:2005 Пристрої та системи телемеханіки. Частина 4. Вимоги до робочих характеристик (IEC 60870-4:1990, IDT)

СТУ IEC 60870-5-101:2014 Пристрої та системи телемеханіки. Частина 5-101. Протоколи передавання. Додатковий стандарт щодо основних завдань телемеханіки (IEC 60870-5-101:2003, IDT)

СТУ IEC 60870-5-104 Пристрої та системи телемеханіки. Частина 5-104. Протоколи передавання. Доступ до мережі згідно з IEC 60870-5-101 із використанням стандартних профілів передавання даних (IEC 60870-5-

СТУ IEC/TR 61850-1:2013 Комунікаційні мережі та системи на підстанціях. Частина 1. Вступ і огляд (IEC/TR 61850-1:2003, IDT)

СТУ IEC/TS 61850-2:2013 Комунікаційні мережі та системи на підстанціях. Частина 2. Словник термінів (IEC/TS 61850-2:2003, IDT)

СТУ IEC 61850-3:2013 Комунікаційні мережі та системи на підстанціях. Частина 3. Загальні технічні вимоги (IEC 61850-3:2002, IDT)

СТУ IEC 61850-4:2013 Комунікаційні мережі та системи на підстанціях. Частина 4. Керування системою і проектуванням (IEC 61850-4:2002, IDT)

СТУ IEC 61850-5:2014 Комунікаційні мережі та системи на підстанціях. Частина 5. Технічні вимоги до функцій і моделей приладів (IEC 61850-5:2003,

СТУ IEC 61850-6:2014 Комунікаційні мережі та системи для автоматизації електроенергетичних підприємств. Частина 6. Мова опису конфігурації для комунікації інтелектуальних електронних пристроїв на електричних підстанціях (IEC 61850-6:2009, IDT)

СТУ IEC 61850-7-1:2014 Комунікаційні мережі та системи для автоматизації електроенергетичних підприємств. Частина 7-1. Базова комунікаційна структура. Принципи та моделі (IEC 61850-7-1:2011, IDT)

СТУ IEC 61850-7-2:2014 Комунікаційні мережі та системи для автоматизації електроенергетичних підприємств. Частина 7-2. Базова інформаційна та комунікаційна структура. Абстрактний інтерфейс комунікаційного сервісу (ACSI) (IEC 61850-7-2:2010, IDT)

СТУ IEC 61850-7-3:2014 Комунікаційні мережі та системи для автоматизації електроенергетичних підприємств. Частина 7-3. Базова комунікаційна структура. Класи загальних даних (IEC 61850-7-3:2010, IDT)

СТУ IEC 61850-7-4:2014 Комунікаційні мережі та системи для автоматизації

електроенергетичних підприємств. Частина 7-4. Базова комунікаційна структура. Сумісні класи логічних вузлів та класи даних (IEC 61850-7-4:2010,

СТУ EN 61850-7-410:2016 Комунікаційні мережі та системи для автоматизації електроенергетичних підприємств. Частина 7-410. Базова комунікаційна структура. Гідроелектростанції. Комунікації для моніторингу та керування (EN 61850-7-410:2013, IDT)

СТУ IEC 61850-7-420:2014 Комунікаційні мережі та системи для автоматизації електроенергетичних підприємств. Частина 7-420. Базова комунікаційна структура. Логічні вузли розподілених енергетичних ресурсів (IEC 61850-7-

СТУ IEC/TR 61850-7-510:2016 Комунікаційні мережі та системи для автоматизації електроенергетичних підприємств. Частина 7-510. Базова комунікаційна структура. Гідроелектростанції. Концепція моделювання та настанови (IEC/TR 61850-7-510:2012, IDT)

СТУ IEC/TS 61850-80-1:2014 Комунікаційні мережі та системи для автоматизації електроенергетичних підприємств. Частина 80-1. Настанова щодо обміну інформацією від моделі бази даних CDC, використовуючи IEC 60870-5-101 або IEC 60870-5-104 (IEC/TS 61850-80-1:2008, IDT)

СТУ IEC TR 61850-80-3:2018 Комунікаційні мережі та системи для автоматизації електроенергетичних підприємств. Частина 80-3. Відображення у вебпротоколи. Вимоги та технічні рішення (IEC TR 61850-80-3:2015, IDT)

СТУ IEC TS 61850-80-4:2018 Комунікаційні мережі та системи для автоматизації електроенергетичних підприємств. Частина 80-4. Перехід від об'єктної моделі COSEM (IEC 62056) до моделі даних IEC 61850 (IEC TS 61850-

СТУ IEC 61850-8-1:2014 Комунікаційні мережі та системи для автоматизації електроенергетичних підприємств. Частина 8-1. Визначене відображення комунікаційних сервісів. Відображення відповідно до специфікації виробничих

повідомлень (ISO 9506-1 і ISO 9506-2) та ISO/IEC 8802-3 (IEC 61850-8-1:2011,

СТУ IEC 61850-9-2:2014 Комунікаційні мережі та системи на підстанціях.

Частина 9-2. Визначене відображення комунікаційних сервісів (SCSM).

Вибіркові значення згідно з ISO/IEC 8802-3 (IEC 61850-9-2:2011, IDT)

СТУ IEC/IEEE 61850-9-3:2018 Комунікаційні мережі та системи для

автоматизації електроенергетичних підприємств. Частина 9-3. Профіль

протоколу точного часу для автоматизації енергосистем (IEC/IEEE 61850-9-

СТУ IEC/TR 61850-90-1:2013 Комунікаційні мережі та системи для

автоматизації електроенергетичних підприємств. Частина 90-1. Використання

IEC 61850 для комунікації між підстанціями (IEC/TR 61850-90-1:2010, IDT)

СТУ IEC TR 61850-90-2:2018 Комунікаційні мережі та системи для

автоматизації електроенергетичних підприємств. Частина 90-2.

Використовування протоколу IEC 61850 для комунікацій між підстанціями та центрами керування (IEC TR 61850-90-2:2016, IDT)

СТУ IEC TR 61850-90-3:2018 Комунікаційні мережі та системи для

автоматизації електроенергетичних підприємств. Частина 90-3.

Використовування протоколу IEC 61850 для моніторингу стану, діагностування

та

СТУ IEC/TR 61850-90-4:2016 Комунікаційні мережі та системи для

автоматизації електроенергетичних підприємств. Частина 90-4. Настанови

щодо мережних технологій (IEC/TR 61850-90-4:2013, IDT)

СТУ IEC/TR 61850-90-5:2014 Комунікаційні мережі та системи для

автоматизації електроенергетичних підприємств. Частина 90-5. Застосування

IEC 61850 для передавання синхронізованої інформації відповідно до

IEEE C 37.118 (IEC/TR 61850-90-5:2012, IDT)

СТУ IEC TR 61850-90-12:2018 Комунікаційні мережі та системи для

автоматизації електроенергетичних підприємств. Частина 90-12. Настанови

щодо розроблення глобальної мережі (WAN) (IEC TR 61850-90-12:2015, IDT)

а

н

СТУ IEC 61850-10:2014 Комунаційні мережі та системи на підстанціях.
Частина 10. Випробовування на сумісність (IEC 61850-10:2005, DT)
СТУ IEC/TS 62351 (усі частини) Керування енергетичними системами та
пов'язаний з ним інформаційний обмін. Безпека даних та комунікацій (IEC/TS

ПАОП 0.00-4.15-98 Положення про розробку інструкцій з охорони праці
ПАОП 0.00-6.03-93 Про порядок опрацювання і затвердження власником
нормативних актів про охорону праці, що діють на підприємстві

ОСТ 4.148-85 Система показателей качества продукции. Устройства
комплектные низковольтные. Номенклатура показателей

ОСТ 8.401-80 ГСИ. Классы точности средств измерения. Общие требования
ГОСТ 12.2.007.0-75. ССБТ. Изделия электротехнические. Общие требования
безопасности

ОСТ 12.2.007.3-75. ССБТ. Электротехнические устройства на напряжение
свыше 1000 В. Требования безопасности

ОСТ 27.003-90 Надежность в технике. Состав и общие правила задания
требований по надежности

ОСТ 34.201-89 Информационная технология. Комплекс стандартов на
автоматизированные системы. Виды, комплектность и обозначение документов
при создании автоматизированных систем

ОСТ 34.602-92 Информационная технология. Комплекс стандартов на
автоматизированные системы. Техническое задание на создание
автоматизированной системы

ОСТ 34.603-92 Информационная технология. Виды испытаний
автоматизированных систем

Д 34.35.120-90. Основные положения по созданию автоматизированных систем
управления технологическими процессами (АСУ ТП) подстанций напряжением

35 – 1150 кВ
Д 50-34.698-90 Методические указания. Информационная технология.
Комплекс стандартов и руководящих документов на автоматизированные

системы. Автоматизированные системы. Требования к содержанию документов.

НУБІП України

Важливо вартість обладнання, ПЗ та робіт несе тільки орієнтовний характер та має за мету показати тенденції розподілення вартостей по зонам реалізації проекту, та не може бути розціненою як бюджетування для реалізації подібного проекту. Під реалізацію кожного проекту необхідно проводити додаткові вишукувальні роботи, проводити розробку проектного рішення з підбором та оптимізацією рішень до побажання замовника, отримати комерційні вартості кожної з позицій від конкретних постачальників обладнання/послуг, готових до постачання обладнання на територію України та реалізації подібних проектів з наявністю відповідних кваліфікованих кадрів, компетенцій та необхідного обладнання.

В зв'язку з використанням закордонного обладнання для розрахунків приймаємо, вартість 1 євро = 38,67 грн

НУБІП України

Для оцінки вартостей реалізації систем РЗА та АСК ТП підстанції будуть розглядатись наступні вартості кожного з складових етапів створення об'єкту:

1. Вартість проектування систем РЗА та АСК ТП
2. Вартість обладнання, яке використовується для побудови систем РЗА та АСК ТП
3. Вартість монтажних матеріалів та кабельно-провідникової продукції для побудови систем РЗА та АСК ТП
4. Вартість виконання монтажних робіт систем РЗА та АСК ТП
5. Вартість виконання пуско-налагоджувальних робіт систем РЗА та АСК ТП

НУБІП України

2.2 Розрахунок вартості проектування класичної системи РЗА для типової підстанції 110/35/10 кВ.

В об'єм робіт розробки стадії «П» та «Р» системи РЗА входить:

розробка загального технічного рішення системи РЗА

ідбір та вибір основного обладнання системи

проведення розрахунків уставок та вибору/перевірки характеристик ТС та ТИ

розробка конфігурацій пристроїв в частині РЗА

розробка завдання на виготовлення шаф РЗА

розробка кабельного журналу системи РЗА

розробка схем підключення

розробка рядів клемних зажимів

В комерційну собівартість роботи співробітника входить – заробітна платня співробітника, організація та підтримка робочого місця, оренда приміщення, навчання, адміністративні затрати компанії, забезпечення соціальних норм

В залежності від кваліфікації, середня комерційна собівартість роботи інженера-проектувальника системи РЗА знаходиться в межах від 1 250 до 2 500 грн/добу приймаємо середню вартість в розмірі **2 000 грн з ПДВ за добу**

Середня комерційна собівартість роботи провідного (головного) інженера-проектувальника системи РЗА знаходиться в межах від 1 750 грн з ПДВ за добу до 3 000 грн з ПДВ за добу приймаємо середню вартість в розмірі **2 500 грн з ПДВ за добу**

Середня комерційна собівартість роботи керівника проекту системи РЗА знаходиться в межах від 1 500 до 2 750 грн/добу (це становить від 31 500 до 57 750 грн/місяць, при 21 робочому дню в місяць) приймаємо середню вартість в розмірі **2 500 грн з ПДВ за добу**

Середній термін реалізації проекту стадії «П» та стадії «Р» в частині системи РЗА за умови наявності погодженого технічного завдання, та наявності всіх необхідних

вихідних даних для проектування підстанції 110/35/10 кВ становить – від 2-х до 3-х місяців (42 – 63 робочих дні), приймаємо в середньому – **53 робочих дні**

Для успішного виконання робіт в указаний термін команда для проектування системи РЗА має складатись не менше чим з 2-х інженерів-проектувальників, 1-го провідного (головного) інженера-проектувальника та 1-го керівника проектів.

Провівши розрахунки:

$$(2 * 2000 + 2500 + 2500) * 53 = 477\,000 \text{ грн}$$

Середня комерційна собівартість проектування становить – 477 000 грн з ПДВ.

Розрахунок вартості проектування класичної системи АСК ТП для типової підстанції 110/35/10 кВ.

В об'єм робіт розробки стадії «П» та «Р» системи АСК ТП входить:

озробка загального технічного рішення системи АСК ТП

ідбір та вибір основного обладнання системи

озробка конфігурацій пристроїв РЗА в частині АСК ТП

озробка завдання на виготовлення шаф АСК ТП

озробка кабельного журналу системи АСК ТП

озробка схем підключення

В залежності від кваліфікації, середня комерційна собівартість роботи інженера-проектувальника системи АСК ТП знаходиться в межах від 1 500 грн з ПДВ на добу

2 750 грн з ПДВ на добу, приймаємо середню вартість в розмірі **2 200 грн з ПДВ за добу**

Середня комерційна собівартість роботи провідного (головного) інженера-проектувальника системи АСК ТП знаходиться в межах від 2 000 грн з ПДВ на добу до 3 200 грн з ПДВ на добу, для розрахунку приймаємо середню вартість в розмірі

2 600 грн з ПДВ за добу

Середня комерційна собівартість роботи керівника проекту системи АСК ТП знаходиться в межах від 2 000 грн з ПДВ на добу до 3 000 грн з ПДВ на добу, приймаємо середню вартість в розмірі **2 500 грн з ПДВ за добу**

Середній термін реалізації проекту стадії «П» та стадії «Р» в частині системи АСК ТП за умови наявності погодженого технічного завдання, та наявності всіх необхідних вихідних даних для проектування підстанції 110/35/10 кВ становить – від 2-х до 2,5-й місяців (42 – 53 робочих дні), приймаємо в середньому – 48 робочих дні

Для успішного виконання робіт в указаний термін команда для проектування системи АСК ТП має складатись не менше чим з 2-х інженерів-проектувальників, 1-го провідного (головного) інженера-проектувальника та 1-го керівника проектів.

Провівши розрахунки:

$$(2 * 2200 + 2600 + 2500) * 48 = 456 000 \text{ грн з ПДВ}$$

Середня комерційна собівартість проектування становить – **456 000 грн з ПДВ**

Підбір обладнання класичної системи РЗА для типової підстанції 110/35/10 кВ.

Підбір обладнання для системи РЗА базується на технічному завданні, проектування системи, а також згідно діючих норм та правил технічних політик ДТЕК та НЕК

Укренерго. При підборі обладнання не мало важливим є той факт, що тип обладнання яке планується до використання, має бути раніше встановленим на подібних об'єктах та бути сертифікованим для використання на об'єктах ДТЕК.

Структурна схема розподілення обладнання РЗА показана на малюнку 1 (Структурна схема організації класичних систем АСК ТП та РЗА для підстанції 110/35/10 кВ)

В якості пристроїв РЗА Л-110 кВ (W1D, W2D, W3D, W4D), В-110 Т-1, В-110 Т-2, СВ-110, обираємо пристрої виробництва АВВ, а саме:

В якості пристрою **основного** захисту лінії обираємо пристрій типу RED670 з вільною конфігурацією логіки виробництва компанії ABB, який в залежності від коду замовлення може мати:

кольоровий багатофункціональний дисплей

конфігурування пристрою за допомогою ПЗ РСМ600

диференційний захист лінії 110 кВ

станційний захист

струмові захисти (в тому числі струмова відсічка (СВ), МСЗ (максимальні

струмові захисти), СЗНП (струмовий захист нульової послідовності), НСЗНП

(направлений струмовий захист нульової послідовності), захист від термічного

навантаження, ПРВВ (резервування відмови вимикача), захист ошиновки,

захист неперемикання фаз, тощо...)

захисти по напрузі (захист від підвищення та пониження напруги, захист по

частоті)

СК та КНК (контроль струмових та напругових кіл)

керування КА (8 та 15 КА)

автоматика телеприскорень

визначення місць пошкоджень

логіка вимкнень

підтримка HSR та PRP

підтримка IEC 61850, в тому числі IEC 61850-9-2LE

Вартість пристрою захисту Л-110 кВ згідно опитувального листа становить орієнтовно - 18 500 євро, що за актуальним курсом становить – **858 474 грн з ПДВ**

В якості пристрою **резервного** захисту лінії, а також автоматики АКВ (автоматики керування вимикачем та приєднанням) обираємо пристрій типу REC670 з вільною конфігурацією логіки виробництва компанії ABB, який в залежності від коду замовлення може мати:

кольоровий багатофункціональний дисплей

онфігурування пристрою за допомогою ПЗ РСМ600

иференційний захист лінії 110 кВ

струмові захисти (в тому числі струмова відсічка (СВ), МСЗ (максимальні

струмові захисти), СЗНП (струмовий захист нульової послідовності), НСЗНП

(направлений струмовий захист нульової послідовності), захист від термічного

навантаження, ПРВВ (резервування відмови вимикача), захист ошиновки,

захист неперемикання фаз, тощо...)

ахисти по напрузі (захист від підвищення та пониження напруги, захист по

частоті)

СК та КНК (контроль струмових та напругових кіл)

правління КА (8 та 15 КА)

втоматика телеприскорень

изначення місць пошкоджень

огіка вимкнень

ідтримка HSR та PRP

ідтримка IEC 61850, в тому числі IEC 61850-9-2LE

Вартість пристрою згідно опитувального листа становить орієнтовно – 17 800 євро

без ПДВ, що за актуальним курсом становить **827 913,6** грн з ПДВ

Вартість пристрою захисту В-110 Т-1, В-110 Т-2, СВ-110, згідно опитувального

листа становить орієнтовно - 19 100 євро, що за актуальним курсом становить –

грн з ПДВ

В якості пристроїв РЗА Т-1 та Т-2, саме пристроїв **основного та резервного** захисту

трансформатору обираємо пристрій типу RET670 з вільною конфігурацією логіки

виробництва компанії АВВ, який в залежності від коду замовлення може мати:

ольоровий багатфункціональний дисплей

онфігурування пристрою за допомогою ПЗ РСМ600

иференційний захист трансформатору

станційний захист

струмові захисти (в тому числі струмова відсічка (СВ), МСЗ (максимальні струмові захисти), СЗНП (струмовий захист нульової послідовності), НСЗНП

(направлений струмовий захист нульової послідовності), захист від термічного навантаження, ПРВВ (резервування відмови вимикача), захист ошиновки,

захист неперемикання фаз, тощо...)

захисти по напрузі (захист від підвищення та пониження напруги, захист по частоті)

СК та КНК (контроль струмових та напругових кіл)

керування та контроль РПН

автоматика телеприскорень

логіка вимкнень

підтримка HSR та PRP

підтримка IEC 61850, в тому числі IEC 61850-9-2LE

Вартість пристрою згідно опитувального листа становить – 21 000 євро без ПДВ, що за актуальним курсом становить – **976 752** грн з ПДВ

В якості пристрою **керування РПН** трансформатору обираємо пристрій типу RET650 з вільною конфігурацією логіки виробництва компанії АВВ, який в залежності від коду замовлення може мати

кольоровий багатофункціональний дисплей

конфігурування пристрою за допомогою ПЗ РСМ600

диференційний захист трансформатору

станційний захист

струмові захисти (в тому числі струмова відсічка (СВ), МСЗ (максимальні струмові захисти), СЗНП (струмовий захист нульової послідовності), НСЗНП

(направлений струмовий захист нульової послідовності), захист від термічного

навантаження, ПРВВ (резервування відмови вимикача), захист ошиновки, захист неперемикання фаз, тощо...)

захисти по напрузі (захист від підвищення та пониження напруги, захист по частоті)

СК та КНК (контроль струмових та напругових кіл)

правління та контроль РГН

автоматика телеприскорень

логіка вимкнень

ідтримка HSR та PRP

ідтримка IEC 61850, в тому числі IEC 61850-9-2LE

Вартість пристрою згідно опитувального листа орієнтовно становить – 16 200 євро без ПДВ, що за актуальним курсом становить – **753 494, 4** грн з ПДВ

В якості пристрою **Диференційного захисту шин 110 кВ** обираємо пристрій типу REB670 з вільною конфігурацією логіки виробництва компанії АВВ, який в залежності від коду замовлення може мати:

ольоровий багатофункціональний дисплей

онфігурування пристрою за допомогою ПЗ РСМ600

иференційний захист шин до 24 приєднань

струмові захисти (в тому числі струмова відсічка (СВ), МСЗ (максимальні струмові захисти), ПРВВ (резервування відмови вимикача), тощо...)

ахисти по напрузі (захист від підвищення та пониження напруги, захист по частоті)

НК (контроль напругових кіл)

ПВ (автоматичне повторне увімкнення)

логіка вимкнень

ідтримка HSR та PRP

ідтримка IEC 61850, в тому числі IEC 61850-9-2LE

Вартість пристрою згідно опитувального листа орієнтовно становить – 20 100 євро без ПДВ, що за актуальним курсом становить - **934 891,2** грн з ПДВ

В якості пристрою захисту та керування приєднань ТН-110 кВ обираємо мультифункціональний пристрій типу REX640 з вільною конфігурацією логіки виробництва компанії ABB, який в залежності від коду замовлення може мати велику кількість функцій та мати в собі ПЗ, при обиранні якого можуть бути рівноманітні захисти на функції.

ольоровий багатфункціональний дисплей
онфігурування пристрою за допомогою ПЗ РСМ600
тлумові захисти
ахисти трансформаторів

ахисти по напрузі
истанційні захисти лінії
угові захисти
ермічні захисти

огіка вимкнень

ідтримка HSR та PRP
ідтримка IEC 61850, в тому числі IEC 61850-9-2LE

Вартість пристрою згідно опитувального листа орієнтовно становить – 6 200 євро без ПДВ, що за актуальним курсом становить **288 374,4** грн з ПДВ

В якості пристрою реєстрації аварійних подій обираємо пристрій типу 7KE85 з вільною конфігурацією логіки, виробництва компанії SIEMENS, який в залежності від коду замовлення може мати:

ольоровий багатфункціональний дисплей
онфігурування пристрою за допомогою ПЗ DIGSI

аналогових входів, 32 дискретних входа та 24 дискретних вихода
ідтримка HSR та PRP
ідтримка IEC 61850, в тому числі IEC 61850-9-2LE

НУБІП УКРАЇНИ

Вартість пристрою згідно опитувального листа орієнтовно становить – 21 550 євро без ПДВ, що за актуальним курсом становить **1 002 333, 6** грн з ПДВ.

НУБІП УКРАЇНИ

В якості пристрою **автоматики ДГК мережі 10 та 35 кВ** обираємо пристрій типу з вільною конфігурацією логіки, виробництва компанії a-berle.

НУБІП УКРАЇНИ

Вартість пристрою згідно опитувального листа орієнтовно становить – 8500 євро без ПДВ, що за актуальним курсом становить **395 352** грн з ПДВ.

НУБІП УКРАЇНИ

В якості пристрою **захисту ввідного вимикача 35 та 10 кВ, та секційних вимикачів 35 та 10 кВ** обираємо мультифункціональний пристрій типу REX640 з вільною конфігурацією логіки виробництва компанії ABB, який в залежності від коду замовлення може мати велику кількість функцій та мати в собі ПЗ, при обирає якого можуть бути різноманітні захисти на функції.

НУБІП УКРАЇНИ

ольворовий багатфункціональний дисплей
онфігурування пристрою за допомогою ПЗ РСМ600
трумові захисти

ахисти трансформаторів

НУБІП УКРАЇНИ

ахисти по напрузі
истанційні захисти лінії
угові захисти

ермічні захисти

огіка вимкнень

НУБІП УКРАЇНИ

ідтримка HSR та PRP
ідтримка IEC 61850, в тому числі IEC 61850-9-2LE

Вартість пристрою для ввідного вимикача В-35, В-10 кВ згідно опитувального листа орієнтовно становить – 5 500 євро без ПДВ, що за актуальним курсом становить грн з ПДВ

Вартість пристрою для ввідного вимикача СВ-35, СВ-10 кВ згідно опитувального листа орієнтовно становить – 5 900 євро без ПДВ, що за актуальним курсом становить грн з ПДВ

В якості пристрою захисту лінії **35 кВ та лінії 10 кВ** обираємо пристрій типу REF615 з вільною конфігурацією логіки виробництва компанії АВВ, який в залежності від коду замовлення може мати:

ольоровий багатофункціональний дисплей
онфігурування пристрою за допомогою ПЗ РСМ600
трумові захисти лінії

РВВ вимикача

ерування вимикачем та КА приєднання
ідтримка HSR та PRP
ідтримка IEC 61850, в тому числі IEC 61850-9-2LE

Вартість пристрою згідно опитувального листа орієнтовно становить – 3 100 євро без ПДВ, що за актуальним курсом становить - **144 187,2** грн з ПДВ

В якості пристрою захисту **ТН-35 кВ та ТН-10 кВ** обираємо пристрій типу REU615 з вільною конфігурацією логіки виробництва компанії АВВ, який в залежності від коду замовлення може мати:

ольоровий багатофункціональний дисплей
онфігурування пристрою за допомогою ПЗ РСМ600

ахисти по напрузі

ахисти по частоті

РВВ вимикача

НУБІП УКРАЇНИ

ерування вимикачем та КА приєднання

ідтримка HSR та PRP

ідтримка IEC 61850, в тому числі IEC 61850-9-2LE

Вартість пристрою згідно опитувального листа орієнтовно становить – 2 800

євро без ПДВ, що за актуальним курсом становить **130 233,6** грн з ПДВ

НУБІП УКРАЇНИ

В зв'язку з необхідністю компоновання, розміщення та підключення пристроїв РЗА використовують електротехнічні шафи. Обладнання в шафах компонуються по

приєднанням та призначенню та встановлюються в релейних залах ОПУ, з підтримкою температури вище 0*С, без прямих сонячних променів, вологості та конденсату.

Шафи, в залежності від побажань та вимог замовника, розроблюються з металу

покритим порошковою краскою та встановлюються поряд з друг другом з доступом з двох сторін. Для зручності монтажу та подальшого обслуговування шаф, фасадні

двері шафи мають скло для можливості огляду стану пристроїв РЗА без відкриття шафи, а задні двері мають суцільні металеві двостулкові двері. Каркас шафи дозволяє

розміщати в середині різнотипне обладнання та за допомогою додаткових конструктивів встановлювати коробки, клемники, опори, фальшпанелі, ключі, реле та

іншу фурнітуру...

Загальна вартість типової шафи під встановлення пристрою РЗА (з врахуванням

металевого конструктиву, клемників, проводів коробів, кронштейнів, освітлення, ключів, розеток, додаткових опорів, фільтруючих конденсаторів та іншої фурнітури)

становить в межах від 150 000 грн з ПДВ до 300 000 грн з ПДВ. Прийємо середню вартість однієї шафи – **225 000** грн з ПДВ

НУБІП УКРАЇНИ

Таблиця 1 - Розрахунок загальної вартості обладнання РЗА

№ п.п.	Тип/найменування пристрою	Кількість пристроїв	Ціна за одиницю (грн з ПДВ)	Загальна вартість (грн з ПДВ)
	RED670	4		

НУБІП України

4
D
Л
W
1

НУБІП України

D
,
W
2

НУБІП України

REC670

D
,
W
3

4

НУБІП України

D
,
W
4

НУБІП України

D

НУБІП України

REC670

C
B
-

1

НУБІП України

1
0
,

НУБІП у країни

НУБІП у країни

НУБІП у країни

НУБІП у країни

НУБІП у країни

НУБІП у країни

НУБІП у країни

B
-
1
1
0
T
-
1
1
0
T
T
-
1
,
T
P
П
H
T
-
T

RET670

R

E

T

НУБІП 1 у країни

НУБІП 3 у країни
РЕВ670

НУБІП 0 у країни

НУБІП 3 у країни
РЕГ-DPA

НУБІП 1 у країни

НУБІП 4 у країни
РЕХ640

НУБІП у країни

НУБІП України

KE85

Р
А
П

НУБІП України

REX640

В
-
3
5
,
В

НУБІП України

НУБІП України

REX640

С
В
-
3
5
,
С
В

НУБІП України

НУБІП України

REF615

Л
-
3
5
,
Л

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

REU615

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

Шафи
захистів РЗА

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП у країни

W
D

НУБІП у країни

Л
D

НУБІП у країни

Л
D

НУБІП у країни

НУБІП у країни

Л
D

НУБІП у країни

НУБІП у країни

НУБІП у країни

НУБІП у країни

НУБІП у країни

НУБІП у країни

НУБІП у країни

НУБІП у країни

НУБІП у країни

Т
Т
С
В
-
1
1
0
,
Д
3
Ш
Т
Н
Д
Г
К
1
0
-
3

НУБІП 5 у країни
к
В

НУБІП 3 у країни
5
,
В

НУБІП у країни

НУБІП 3 у країни
5
,
С

НУБІП 3 у країни
5
,
С
В

НУБІП у країни

Загальна кількість пристроїв РЗА - 47

Загальна вартість обладнання РЗА становить - 27 605 576 грн з ПДВ

НУБІП у країни

НУБІП України

Підбір обладнання класичної системи АСК ТП для типової підстанції 110/35/10 кВ.

Підбір обладнання для системи АСК ТП базується на технічному завданні, проектування системи, а також згідно діючих норм та правил технічних політик ДТЕК та НВК Укренерго.

При підборі обладнання не мало важливим є той факт, що тип обладнання яке планується до використання, має бути раніше встановленим на подібних об'єктах та бути сертифікованим для використання на об'єктах ДТЕК.

Структурна схема розподілення обладнання АСК ТП показана на малюнку 1 (Структурна схема організації класичних систем АСК ТП та РЗА для підстанції 110/35/10 кВ)

В якості **комутаторів** для організації системи АСК ТП – обираємо комутатори типу RUGGEDCOM RST 2228 з встановленими в них SFP модулями з оптичним роз'ємом типу LC, виробництва компанії SIEMENS

Основні характеристики обладнання:

підтримка стандартів та протоколів IEEE 1588, RSTP, eRSTP, MSTP, RMON,

x 10 Гбіт/с uplink порта
x 10/100/1000 Мбіт/с SFP порта
блоки живлення

температурний діапазон роботи – 40*С + 85*С

- Сертифікація за стандартом IEC 61850 (electric substations) та IEEE 1613 (electric substations)
дистанційний моніторинг та підтримка Web доступу

Середня вартість скомплектованого пристрою становить – 6000 євро без ПДВ, що за актуальним курсом становить – 278 000 грн з ПДВ

В якості **годинників точного часу** для організації системи АСК ТП – обираємо годинник точного часу типу Reason RT430, виробництва компанії GE

Основні характеристики обладнання:

ідтримка IEEE 1588v2 PTP для більш ніж 100 пристроїв

ідтримка протоколів NTP, SNTP, SNMP

ідтримка PTP over PRP

ідтримка IEC 61850, в тому числі IEC 61850 – 9-2-LE

емпературний діапазон роботи – 40°C + 55°C

ідалений моніторинг та підтримка Web доступу

Середня вартість скомплектованого пристрою становить – 6800 євро без ПДВ,

що за актуальним курсом становить – 315 547 грн з ПДВ

В якості **основного та резервного серверу** системи АСК ТП – обираємо SEL-3355

tion Controller, виробництва компанії SEL

Основні характеристики обладнання:

ромислове, безвентиляторне виконання, із захистом від пилу

емпературний діапазон роботи – 40°C + 85°C

апрацювання на відмову – 50 000 годин

ідтримка RAID 0, 1, 5, 10

икористання сучасних лінійок процесорів Intel

икористання високоякісних (час використання більше 10 років) SSD

накопичувачів

ідтримка IEC 61850

ідтримка протоколів PTPv2, PRP, HSR

Середня вартість скомплектованого пристрою становить – 8 700 євро без ПДВ, що

за актуальним курсом становить – 403 714 грн з ПДВ

В якості пристрою **конвертору протоколів** системи АСК ТП обираємо лінійку виробництва компанії Hitachi

Основні характеристики обладнання:

промислове, без вентиляторне виконання

температурний діапазон роботи $-25^{\circ}\text{C} + 70^{\circ}\text{C}$

x serial port (RS-232, RS-485)

одночасна обробка більше 5000 сигналів

віддалений моніторинг та підтримка Web доступу

Середня вартість скомплектованого пристрою (з врахуванням необхідної кількості

модулів дискретних входів/виходів, блоків живлення ліцензії і тд...) становить – 5 200

євро без ПДВ, що за актуальним курсом становить – **241 862,4 грн з ПДВ**

В якості програмного забезпечення системи АСК ТП обираємо ПЗ MicroSCADA

X, виробництва компанії Hitachi

Основні характеристики продукту:

ультрафункціональний та дружелюбний інтерфейс

бібліотеки для розробки енергетичних систем

велика кількість інсталяцій на об'єктах енергетичного комплексу України

одночасна обробка більше 30000 сигналів

підтримка PRP та RTRv2

підтримка звітів, збереження даних, розробка нових процедур на мові

програмування SCL

підтримка одночасної роботи з системою більше ніж 10-ма операторами

НУБІП України

озмеження прав доступу
втоматизовані бланки перемикачів
ідтримка Cybersecurity

Середня вартість скомплектованого програмного забезпечення (з врахуванням необхідної кількості робочих місць, кількості точок вводу/виводу, протоколів, резервування, а також необхідних ліцензій Windows і т.д...) становить – 120 000 євро без ПДВ, що за актуальним курсом становить – **5 570 000 грн з ПДВ**

У випадку коли SCADA система на об'єкті не потрібна, в якості пристроїв збору, обробки та передачі даних з системи АСК ТП можна обрати пристрої RTU (в тому числі з можливістю організації HMI (Human Machine Interface)), в нашому випадку обираємо RTU540 виробництва компанії Hitachi

Основні характеристики обладнання:
промишле, безвентиляторне виконання, із захистом від пилу
емпературний діапазон роботи – 40*С – 85*С
x serial port (RS-232, RS-485)

і
днечасна обробка більше 5000 сигналів
іддалений моніторинг та підтримка Web доступу

Середня вартість скомплектованого пристрою (з врахуванням необхідної кількості ліцензій) становить – 4300 євро без ПДВ, що за актуальним курсом становить – **16 600 грн з ПДВ**

В зв'язку з необхідністю розміщення та підключення пристроїв системи АСК ТП використовують шафи АСК ТП або серверні шафи. Згідно діючих вимог нормативно правової документації все обладнання системи АСК ТП (сервери, комутатори, годинники точного часу, RTU і т.д...) мають бути повністю резервованими, та

о

т

о

встановлюватись 2-ма окремими комплектами так, що якщо щось стається з одним комплектом обладнання – другий комплект без перебоїв міг продовжити повноцінну роботу.

Обладнання в шафах АСК ТП компонується за фізичними розмірами та призначенням по кожній одиниці обладнання в окремій шафі, в залежності від об'єкту шафи можуть встановлюватись як в кімнатах зв'язку/серверних приміщеннях так і поруч з панелями РЗА в релейних залах ЗПК, в підтримкою температури вище 0*С, без прямих сонячних променів, вологості та конденсату.

Шафи, в залежності від побажань та вимог замовника, розроблюються з металу покритим порошковою краскою та встановлюються в доступом з двох сторін. Для зручності монтажу та подальшого обслуговування шаф, фасадні двері шафи мають скло для можливості огляду стану пристроїв АСК ТП без відкриття шафи, а задні двері мають суцільні металеві двостулкові двері. Каркас шафи дозволяє розміщати в середині різноманітне обладнання та за допомогою додаткових конструктивів встановлювати короби, клемники, опори, фальшпанелі, ключі, реле, блоки живлення та іншу фурнітуру...

Загальна вартість типової шафи під встановлення пристроїв АСК ТП (з врахуванням металевого конструктиву, клемників, проводів, коробів, кронштейнів, освітлення, ключів, розеток, додаткових опорів, фільтруючих конденсаторів, блоків живлення та іншої фурнітури) становить в межах від 500 000 грн з ПДВ до 1 000 000 грн з ПДВ. Прийmemo середню вартість однієї шафи – **750 000** грн з ПДВ

Таблиця 2 - Розрахунок загальної вартості обладнання АСК ТП (з системою SCADA)

№ п.п.	Тип/найменування пристрою	Кількість пристроїв	Ціна за одиницю (грн з ПДВ)	Загальна вартість (грн з ПДВ)
	Шафи АСК ТП	2		1 500 000

Загальна вартість обладнання АСК ТП (з системою SCADA) становить - грн з ПДВ

Таблиця 3 - Розрахунок загальної вартості обладнання АСК ТП (без системи SCADA)

№ п.п.	Тип/найменування пристрою	Кількість пристроїв	Ціна за одиницю (грн з ПДВ)	Загальна вартість (грн з ПДВ)
	R			
	RTU540	1		
	Шафи АСК ТП	2		1 500 000

Загальна вартість обладнання АСК ТП (без системи SCADA) становить - 4 240 958 грн з ПДВ

Розрахунок вартості монтажних матеріалів та кабельно-провідникової продукції для побудови системи РЗА

При проектуванні та реалізації проектів РЗА, а саме для передачі всіх необхідних дискретних та аналогових сигналів від джерел до приймачів, використовують контрольні кабелі типу КВВГЕнг різноманітної жильності та перерізу, для точного обрахунку загальної довжини кабелю необхідна детальна розробка стадії «Р»

проекту, що не передбачено цією роботою. На основі попереднього досвіду реалізації подібних робіт, самим використовуваними кабелями є кабелі типу КВВГЕнг 5х2,5, що використовується для підключення та передачі аналогових сигналів (струмів та напруги), а також кабелі типу КВВГЕнг 27х1,5 для передачі дискретних сигналів, для розрахунку прийmemo:

Вартість кабелю типу КВВГЕнг 5х2,5 – 90 грн з ПДВ/м, загальною довжиною 4 000 м.

Вартість кабелю типу КВВГЕнг 27х1,5 – 250 грн з ПДВ/м, загальною довжиною 4 000 м.

Загальна вартість кабелю КВВГЕнг 5х2,5 становить – 360 000 грн з ПДВ

Загальна вартість кабелю КВВГЕнг 27х1,5 становить – 1 000 000 грн з ПДВ

Також, в якості монтажних матеріалів може використовуватись додаткові реле, опори, клемники, наконечники, муфти і тд... для розрахунку, прийmemo загальну вартість цих не врахованих матеріалів у розмірі – **140 000 грн з ПДВ.**

Загальна вартість монтажних матеріалів та кабельно-провідникової продукції для організації системи РЗА орієнтовно становить – 1 500 000 грн з ПДВ

Розрахунок вартості монтажних матеріалів та кабельно-провідникової продукції для побудови системи АСК ТП

Для розрахунку кількості матеріалів та кабельно-провідникової продукції систем АСК ТП потрібно розуміти схему з'єднання обладнання та тип їхнього підключення до системи

Розглянемо типову схему підключення обладнання за допомогою оптичних зв'язків:

ЗРУ 35 (10) кВ

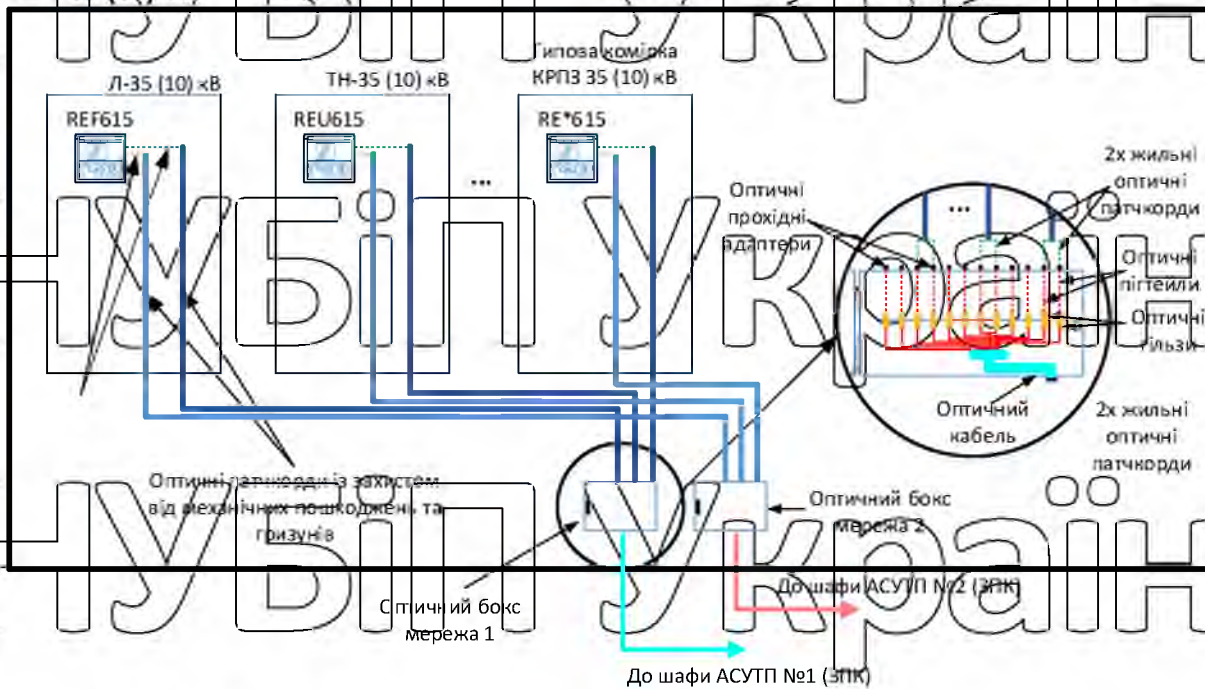


Рисунок 2 – схема підключення обладнання за допомогою оптичних зв'язків (ЗРУ 35 (10) кВ)

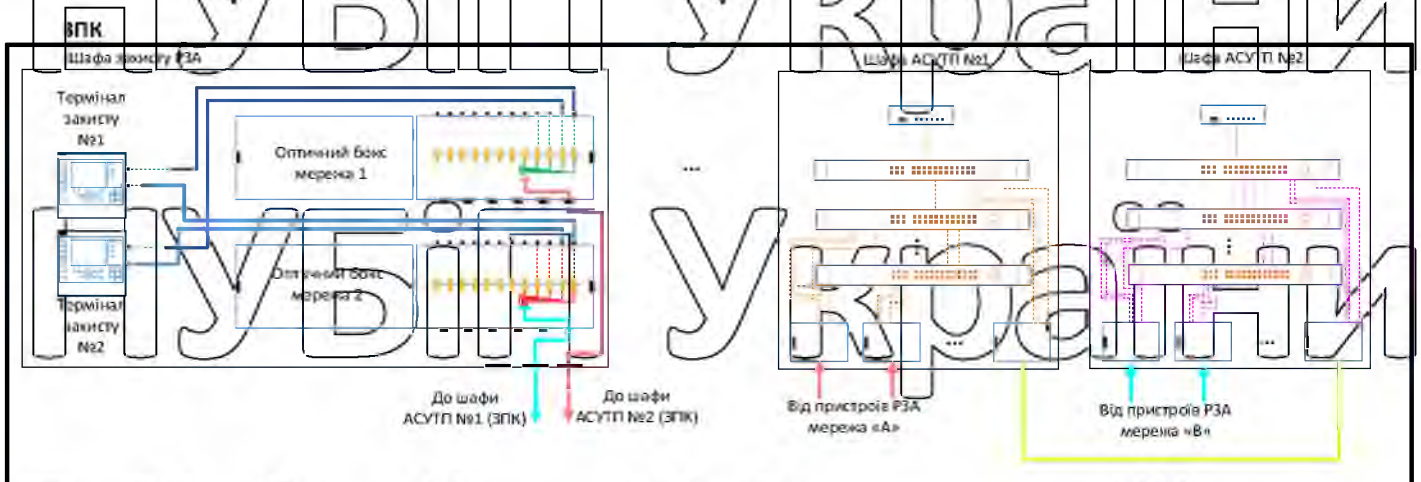


Рисунок 3 – схема підключення обладнання за допомогою оптичних зв'язків ЗПК

НУБІП УКРАЇНИ

До матеріалів, а також кабельно-провідникової продукції для побудови системи АСК ТП відносять:

птичні кабелі

НУБІП УКРАЇНИ

птичні патч-корди
офривана труба
птичні бокси

птичні гільзи

НУБІП УКРАЇНИ

птичні прохідні адаптери
птичні пігтейли

Для розрахунку прийmemo:

НУБІП УКРАЇНИ

Вартість кабелю типу 012TEY-13188A2G MM, OM3, виробництва Corning (12-жильний мультимодовий, гнучкий кабель зовнішньої/внутрішньої прокладки з захистом від механічних пошкоджень) – становить **180 грн з ПДВ/метр**

В зв'язку з тим, що для точного обрахування загальної довжини кабелю необхідна детальна розробка стадії «Р» проекту з опрацюванням всієї топології мережі, трас прокладки кабелю і тд, що не передбачено цією роботою, на основі попереднього досвіду реалізації подібних проектів, прийmemo загальну довжину кабелю – 3 000 метрів.

НУБІП УКРАЇНИ

Загальна вартість оптичного кабелю становить – 540 000 грн з ПДВ

Патч-корди для підключення пристроїв РЗА, в залежності від довжини та типу, можуть мати вартість від 200 грн з ПДВ за патч-корд 5 метрів до 1 000 грн з ПДВ за 1 патч-корд 50 метрів, для розрахунку та усереднення прийmemo довжину одного патч-корду – 15 метрів та вартість – 550 грн з ПДВ, за 1шт

НУБІП УКРАЇНИ

Ми маємо 47 пристроїв РЗА, що в свою чергу мають по 2 підключення до мережі патч-кордом.

Загальна кількість патч-кордів – 94 шт. Загальна довжина патч-кордів – 1 410 м.

Загальна вартість патч-кордів становить – 51 700 грн з ПДВ

Так, як всі патчкорди мають бути прокладені в захищеному середовищі, використовується гофрована труба діаметром D20, для розрахунку прийємо вартість 1 метру труби - 12,85 грн з ПДВ.

Загальна вартість гофрованої труби становить – 18 118, 5 грн з ПДВ

Вартість 1-го скомпонованого оптичного боксу (з врахуванням пігтейлів, гілз, прохідних адаптерів), становить – 1500 грн/шт

Загальна кількість оптичних боксів становить – 40 шт

Загальна вартість оптичних боксів становить – 60 000 грн з ПДВ

Також, для підключення периферійних пристроїв (ШОС, ШПП, ЦС, вентиляції, пожежогашіння та інших систем) може використовуватись контрольний та SFTP кабель, але їх вартість не значна та не буде перевищувати 100 000 грн.

Для розрахунку, прийємо додаткову вартість не врахованих матеріалів на рівні – **80 000 грн з ПДВ**

Загальна вартість монтажних матеріалів в частині АСК ТП становить орієнтовно – грн з ПДВ

Розрахунок вартості виконання монтажних робіт систем РЗА

В об'єм виконання монтажних робіт входить:

онтаж панелей РЗА

арізання кабельно-проводникової продукції, згідно кабельного журналу

рокладання та розроблення кабельно-проводникової продукції

розвонка кабельно-проводникової продукції з маркуванням відповідних жил

онтаж та підключення реле, опорів, ключів і тд...

ідключення кабельно-проводникової продукції

перевірка на цілісність кабельної продукції з видачею відповідних протоколів

Час виконання монтажних робіт на подібних об'єктах для 4-х кваліфікованих монтажників та 1-го виконавця робіт, становить від 2-х до 4-х місяців, з 8-годинним робочим днем (в залежності від кваліфікації спеціалістів, пори року, погодних умов, тощо).

Для розрахунку приймемо – 3 робочих місяці, а саме – 63 робочих дні

Комерційна вартість 1 доби (8 робочих годин) 1-го монтажника у відрядженні (з врахуванням заробітної платні, затрат на відрядження, проживання, транспорту) становить від 3 000 грн з ПДВ на добу до 4 000 грн з ПДВ на добу (в залежності від регіону виконання робіт, пори року, погодних умов, тощо), для розрахунку приймемо середню вартість – в 3 500 грн на добу

Комерційна вартість 1 доби (8 робочих годин) 1-го виконавця робіт (з врахуванням заробітної платні, затрат на відрядження, проживання, транспорту) становить від 4 000 грн з ПДВ на добу до 5 000 грн з ПДВ на добу (в залежності від регіону виконання робіт, пори року, погодних умов, тощо) для розрахунку приймемо середню вартість – в 4 500 грн на добу

Загальна вартість виконання монтажних робіт (без врахування вартості оренди машин та механізмів) орієнтовно становить - $3500 * 63 + 4500 * 63 = 504\ 000$ грн з ПДВ

Розрахунок вартості виконання монтажних робіт системи АСК ТП

В об'єм виконання монтажних робіт входить:

монтаж панелей АСК ТП

паризація кабельно-проводникової продукції, згідно кабельного журналу

протягування патч-кордів в гофровану трубу

розкладання та розроблення кабельно-проводникової продукції та патч-кордів
розвонка кабельно-проводникової продукції з маркуванням відповідних жил
онтаж та підключення оптичних боксів, реле, опорів, ключів і тд...
ідключення кабельно-проводникової продукції

озварка оптичних кабелів

еревірка оптичних каналів зв'язку рефлектометром, з видачею відповідних
відповідних протоколів

Час виконання монтажних робіт на подібних об'єктах для 3-х кваліфікованих
монтажників та 1-го виконавця робіт, становить від 1,5 до 3-х місяців, з 8-годинним
робочим днем (в залежності від кваліфікації спеціалістів, пори року, погодних умов,
тощо). Для розрахунку прийmemo – 2 робочі місяці, а саме – 42 робочі дні

Комерційна вартість 1 доби (8 робочих годин) 1-го монтажника у відрядженні (з
врахуванням заробітної платні, затрат на відрядження, проживання, транспорту)
становить від 3 000 грн з ПДВ на добу до 4 000 грн з ПДВ на добу (в залежності від
регіону виконання робіт, пори року, погодних умов, тощо), для розрахунку прийmemo
середню вартість – в 3 500 грн на добу

Комерційна вартість 1 доби (8 робочих годин) 1-го виконавця робіт (з врахуванням
заробітної платні, затрат на відрядження, проживання, транспорту) становить від
4 000 грн з ПДВ на добу до 6 000 грн з ПДВ на добу (в залежності від регіону
виконання робіт, пори року, погодних умов, тощо) для розрахунку прийmemo середню
вартість – в 5 000 грн на добу

Загальна вартість виконання монтажних робіт (без врахування вартості оренди
машин та механізмів, а також додаткового обладнання) становить - $3500 * 42 * 3 +$
 $5000 * 42 = 651\,000$ грн з ПДВ

Розрахунок вартості виконання налагоджувальних робіт системи РЗА

В об'єм виконання налагоджувальних робіт (підготовчі роботи, виконуються в офісі) входить:

підготовка конфігурації РЗА (розроблення логіки терміналів захистів)

параметрування приладів РЗА (внесення карт уставок)

опереднє тестування роботоздатності приладів РЗА

аналіз проєктних рішень

підготовка відповідних протоколів налагодження (після введення об'єкту в роботу)

В об'єм виконання пусконалагоджувальних робіт (виконуються на об'єкті) входить:

пусконалагоджувальні роботи пристроїв РЗА (запуск, відладка пристроїв)

перевірка правильності підключення всіх периферійних сигналів (струмові/напругові кола, дискретні входи/виходи)

перевірка взаємодії всіх пристроїв між собою

перевірка вихідних кіл (керування, сигналізація, АПС)

проведення комплексних приймально-здавальних випробувань

підготовка до подачі напруги на ПС

запускування та орієнтування захистів пристроїв РЗА

введення в роботу системи РЗА

Бригада наладчиків, для подібного типу об'єктів складається в середньому з 2-х—4-х досвідчених, кваліфікованих спеціалістів та 1-го керівника робіт, для розрахунку, приймаємо 3 наладчики.

Комерційна вартість 1 доби (8 робочих годин) 1-го наладчика та керівника робіт, при роботі в офісі, становить від 2 500 грн з ПДВ на добу до 3 500 грн з ПДВ на добу, для розрахунку приймаємо 3 000 грн з ПДВ на добу.

Комерційна вартість 1 доби (8 робочих годин) 1-го наладчика та керівника робіт, при роботі на об'єкті (з врахуванням заробітної платні, затрат на відрядження, проживання, транспорту і тд...), становить від 4 500 грн з ПДВ на добу до 6 500 грн з ПДВ на добу, для розрахунку приймаємо 5 500 грн з ПДВ на добу.

Час виконання підготовчих робіт орієнтовно становить – 31 робоча доба

Час виконання налагоджувальних робіт на подібних об'єктах для 4-х кваліфікованих налаштовувачів та 1-го керівника робіт, становить від 3-х до 5-ти місяців, з 8-годинним робочим днем. Для розрахунку приймемо – 4 робочі місяці, а саме – 84 робочі дні

Загальна вартість виконання пусканалагоджувальних робіт РЗА (без врахування вартості оренди машин та механізмів, а також додаткового обладнання) становить –
 $3000 * 31 * 4 + 5500 * 4 * 84 = 2\,220\,000$ грн з ПДВ

Розрахунок вартості виконання налагоджувальних робіт системи АСК ТП

В об'єм виконання налагоджувальних робіт (підготовчі роботи виконуються в офісі) входить:

ідготовка конфігурацій РЗА в частині АСК ТП (розроблення логіки терміналів

захистів)

араметрування приладів РЗА в частині АСК ТП (внесення мережевих налаштувань)

озробка бази даних SCADA системи

озробка кадрів SCADA системи

озробка конфігурацій для годинників точного часу, комутаторів, RTU

наліз проектних рішень

ідготовка відповідних протоколів налагодження (після введення об'єкту в роботу)

В об'єм виконання налагоджувальних робіт (виконуються на об'єкті) входить:

усконаладжувальні роботи пристроїв РЗА (відладка пристроїв РЗА в частині зв'язку з системою АСК ТП)

апуск системи для наладки (підключення всіх пристроїв до мережі та до системи SCADA/RTU)

еревірка справності каналів зв'язку та резервування

перевірка проходження сигналів, з оперуванням всіма комутаційними апаратами та імітацією всіх сигналів

ідключення та перевірка проходження всіх периферійних сигналів (дискретні входи/виходи, периферійні пристрої ШОС, ЩП, пожежна сигналізація, тощо)

проведення комплексних приймально-здавальних випробувань

підготовка до подачі напруги на ПС

організація ретрансляції даних до системи вищого рівня

ведення в роботу системи АСК ТП

Бригада наладчиків, для подібного типу об'єктів складається в середньому з 3-х – 4-х досвідчених, кваліфікованих спеціалістів та 1-го керівника робіт, для розрахунку, приймаємо 3 наладчики.

Комерційна вартість 1 доби (8 робочих годин) 1-го наладчика та керівника робіт, при роботі в офісі, становить від 2 500 грн з ПДВ на добу до 3 500 грн з ПДВ на добу, для розрахунку приймаємо 3 000 грн з ПДВ на добу.

Комерційна вартість 1 доби (8 робочих годин) 1-го наладчика та керівника робіт, при роботі на об'єкті (з врахуванням заробітної платні, затрат на відрядження, проживання, транспорту і тд...), становить від 4 500 грн з ПДВ на добу до 6 500 грн з ПДВ на добу, для розрахунку приймаємо 5 500 грн з ПДВ на добу.

Час виконання підготовчих робіт орієнтовно становить – 53 робочих доби

Час виконання налагоджувальних робіт на подібних об'єктах для 3-х кваліфікованих наладчиків та 1-го керівника робіт, становить від 1,5 до 2,5 місяців, з 8-годинним робочим днем. Для розрахунку приймемо – 2 робочі місяці, а саме – 42 робочі дні

Загальна вартість виконання пусконалагоджувальних робіт АСК ТП (без врахування вартості оренди машин та механізмів, а також додаткового обладнання) становить - $3000 * 53 * 4 + 5500 * 4 * 42 = 1\,401\,000$ грн з ПДВ

В разі відсутності необхідності в системі SCADA, вартість робіт може бути зменшена на 30%, та становитиме орієнтовно – 980 000 грн з ПДВ

НУБІП України

Розрахунок загальної вартості робіт по впровадженню систем АСК ТП та РЗА на об'єкті

Розрахунок вартості системи РЗА

Таблиця 4 - Розрахунок вартості системи РЗА

№ п/п	Найменування	Вартість робіт (грн з ПДВ)	% від загальної вартості
	Вартість		
	Робіт		
	ект		

НУБІГ

У
ва
н

України

НУБІГ

н
я
с
и
ст

України

НУБІГ

е
м
и
р

України

НУБІГ

з
а
в
а
р
ті

України

НУБІГ

ст
ь
о
б

України

НУБІГ

л
а
д
н

України

НУБІГ

а
н
н

України

НУБІГ

я
с
и

України

ст

НУБІГ

е
м
и

України

р

НУБІГ

з
а
в

України

р

НУБІГ

ті
ст
ь

України

м

НУБІГ

о
н
та

України

ж

НУБІГ

н
и
х

України

м

НУБІГ

ат
е
рі
а

України

НУБІГ

ді
в
та

України

НУБІГ

к
а
б
е
л
ь

України

НУБІГ

н
о
л
р

України

НУБІГ

о
ві
д
н
и

України

НУБІГ

к
о
в
ої

України

НУБІГ

п
р
о
д
у

України

НУБІГ

к
ці

України

НУБІГ і у країни

ї
с
и
ст
е

НУБІГ у країни

м
и
р

НУБІГ у країни

з
а
р

НУБІГ у країни

ті
ст
ь
м
о

НУБІГ у країни

н
та
ж
н

НУБІГ у країни

и
х
р
о

НУБІГ у країни

бі
т
с

НУБІГ

и
ст
е

України

НУБІГ

и
р
з
а

України

НУБІГ

в
а
р
ті
ст

України

НУБІГ

ь
п
у
с

України

НУБІГ

к
о
н
а

України

НУБІГ

л
аг
о
д
ж

України

НУБІГ

у
ва
л

України

НУБІП	Ь	У	КРАЇНИ
НУБІП	И	У	КРАЇНИ
НУБІП	И	У	КРАЇНИ
НУБІП	Х	У	КРАЇНИ
НУБІП	Р	У	КРАЇНИ
НУБІП	О	У	КРАЇНИ
НУБІП	БІ	У	КРАЇНИ
НУБІП	Т	У	КРАЇНИ
НУБІП	С	У	КРАЇНИ
НУБІП	М	У	КРАЇНИ
НУБІП	СТ	У	КРАЇНИ
НУБІП	Е	У	КРАЇНИ
НУБІП	М	У	КРАЇНИ
НУБІП	И	У	КРАЇНИ
НУБІП	Р	У	КРАЇНИ
НУБІП	З	У	КРАЇНИ
НУБІП	А	У	КРАЇНИ
Всього			

НУБІП У КРАЇНИ

НУБІП У КРАЇНИ

НУБІП У КРАЇНИ

НУБІГ

Н
Я
С

України

НУБІГ

И
СТ
Е
М
И

України

НУБІГ

А
С
К
Т

України

НУБІГ

П
В
А
Р
ТІ

України

НУБІГ

СТ
В
О
Б

України

НУБІГ

Л
А
Д
Н
А

України

НУБІГ

Н
Н
Я

України

НУБІГ України

НУБІГ України

НУБІГ України

НУБІГ України

НУБІГ України

НУБІГ України

НУБІГ України

С
И
СТ
е
М
И
А
С
К
Т
П
В
а
р
ті
ст
ь
М
о
н
та
ж
Н
и
х
м
ат
е
рі

НУБІГ

а
лі
в

України

НУБІГ

та
к
а
б
е

України

НУБІГ

л
ь
н
с-

України

НУБІГ

п
р
о
ві
д
н

України

НУБІГ

и
к
о

України

НУБІГ

в
ої
п
р
о

України

НУБІГ

д
у
к

України

НУБІГ України

Ці
ї
с

и

ст

НУБІГ України

е

м

и

а

НУБІГ України

с

к

т

п

НУБІГ України

в

а

р

ті

ст

НУБІГ України

ь

м

о

н

НУБІГ України

та

ж

н

и

НУБІГ України

х

р

о

НУБІГ бі у країни

НУБІГ ст е м и країни

НУБІГ А С К Т П країни

НУБІГ В а р ті ст країни

НУБІГ ь п у с країни

НУБІГ К о н а л країни

НУБІГ а г о країни

НУБІГ у країни

Д
Ж
У
ВА

НУБІГ у країни

Л
Ь
Н
И

НУБІГ у країни

Х
Р
О
БІ

НУБІГ у країни

Т
С
И
СТ

НУБІГ у країни

Е
М
И
А
С

НУБІГ у країни

К
Т
П

Всього

НУБІГ у країни

НУБІГ

Н
я
с
и
ст

України

НУБІГ

е
м
и
А

України

НУБІГ

С
К
Т
П

України

НУБІГ

В
а
р
ті
ст

України

НУБІГ

ь
о
б
л

України

НУБІГ

а
д
н
а

України

НУБІГ

н
я

України

НУБІГ

С
И
СТ

України

НУБІГ

М
И
А
С

України

НУБІГ

К
Т
П
В

України

НУБІГ

а
р
ті
ст
ь

України

НУБІГ

М
о
н
та

України

НУБІГ

ж
н
и
х
м

України

НУБІГ

ат
е
рі

України

НУБІГ

а
лі
в

України

НУБІГ

та
к
а
б
е

України

НУБІГ

л
ь
н
о

України

НУБІГ

п
р
о
ві
д

України

НУБІГ

н
и
к
о

України

НУБІГ

в
ої
п
р
о

України

НУБІГ

д
у
к

України

НУБІГ Ці ї с и ст е м и А С К Т П В а р ті ст ь м о н та ж н и х р о у к р а ї н и

НУБІГ Ці ї с и ст е м и А С К Т П В а р ті ст ь м о н та ж н и х р о у к р а ї н и

НУБІГ Ці ї с и ст е м и А С К Т П В а р ті ст ь м о н та ж н и х р о у к р а ї н и

НУБІГ Ці ї с и ст е м и А С К Т П В а р ті ст ь м о н та ж н и х р о у к р а ї н и

НУБІГ Ці ї с и ст е м и А С К Т П В а р ті ст ь м о н та ж н и х р о у к р а ї н и

НУБІГ Ці ї с и ст е м и А С К Т П В а р ті ст ь м о н та ж н и х р о у к р а ї н и

НУБІГ Ці ї с и ст е м и А С К Т П В а р ті ст ь м о н та ж н и х р о у к р а ї н и

НУБІГ бі у країни

НУБІГ ст е країни

НУБІГ А С К Т П країни

НУБІГ В а р ті ст країни

НУБІГ б п у с країни

НУБІГ К о н а л країни

НУБІГ а г о країни

НУБІГ	Д Ж У ВА	УКРАЇНИ
НУБІГ	Л Ь Н И Х	УКРАЇНИ
НУБІГ	Р О БІ Т С И СТ Е М	УКРАЇНИ
НУБІГ	И А С К Т П	УКРАЇНИ
НУБІГ	Всього	УКРАЇНИ

**Загальна вартість класичних систем РЗА та АСК ТП (без SCADA системи) для
типової підстанції 110/35/10 становить - 39 385 052 грн з ПДВ**

НУБІГ УКРАЇНИ

Загальна вартість класичних систем РЗА та АСК ТП (зі SCADA системою) для
типової підстанції 110/35/10 становить - 45 983 378 грн з ПДВ

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

3. Реконструкція обладнання систем РЗА та АСК ТП для організації цифрової підстанції 110/35/10 кВ зі схемою мостик.

3.1 Загальні положення

3.1.1 Стандарт IEC 61850

Основним стандартами обміну даними між обладнанням цифрової ПС, прийнято міжнародні стандарт IEC 61850-8.1/9.2LE, IEEE1588 v2, C37.113

Стандарт IEC 61850 це офіційно прийнятий міжнародною організацією по стандартизації та офіційно опублікований стандарт, який описує технічні вимоги до організації мережі та передачі даних на енергетичних об'єктах таких як станції генерації та підстанцій розподілення електричної енергії.

Стандарт описує:

формати потоків даних між обладнанням системи

види інформації, що передаються

правила описання елементів енерго об'єктів

перелік правил для організації обміну інформації між обладнанням системи

В стандарті описано декілька розділів:

IEC 61850 – 1 – розділ, що описує загальні положення стандарту IEC 61850,

де описані базові принципи та підходи які закладені в основу системи

автоматизації. Стандартом визначений підхід в побудові системи у вигляді

трирівневої системи автоматизації, що включає в себе

рівень процесу

рівень приєднання

рівень станції

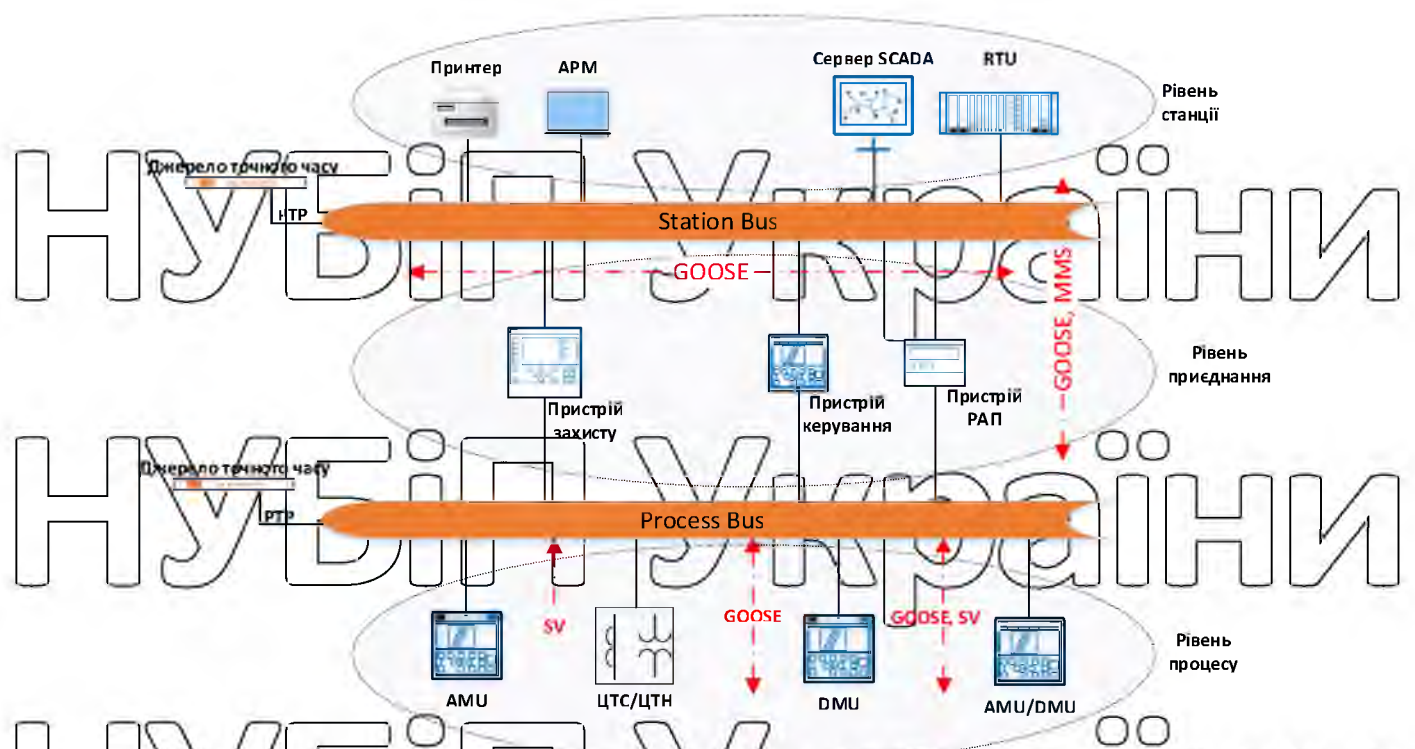


Рисунок 4 – схема розподілення рівня підстанції

Цим розділом також описані підходи до:

- Моделювання даних
- Найменування даних, з визначенням логічних вузлів, об'єктів та атрибутів
- Набір комунікаційних сервісів
- Мова описання конфігурації системи (SCD - System Configuration Description)

ЕС 61850 – 2 – розділ, що описує перелік термінів, скорочень та аббревіатур, що використовуються при побудові автоматизації підстанції

ЕС 61850 – 3 – розділ, що описує вимоги до апаратного забезпечення, де описані вимоги до електромагнітної сумісності приладів, вимоги до умов роботи, надійності з обов'язковою вимогою до декларації заводом-виробником математичного розрахунку очікування напруження на відмову

ЕС 61850 – 4 – розділ, що описує стандарт системного інжинірингу та керування проектами, при реалізації системи автоматизації підстанції

ЕС 61850 – 5 – розділ, що описує вимоги до функцій і приладам в частині організації передачі даних, в тому числі описані підходи до функціональної уніфікації, сумісності та взаємозамінності приладів різних виробників. Цим

розділом також описані вимоги до продуктивності системи, а також допустимих часових затримок

IEC 61850 – 6 розділ описання конфігурації для обміну даними, де описуються основні типи файлів конфігурацій пристроїв, що використовуються при обміні даними згідно стандарту IEC 61850.

Основним підходом є забезпечення можливості до налаштувань і конфігурування пристроїв окремими (зовнішніми) програмними засобами.

Розділом визначено мову конфігурування підстанції (SCL - Substation

Для забезпечення перевірки правильності створення файлів в форматі SCL розроблена XSD (XML Schema Definition) – схема.

IEC 61850 – 7 – розділ, що описує базові підходи до структуризації комунікації, а саме підходи до моделювання системи та даних у вигляді класів. Розділ має декілька підрозділів:

IEC 61850 – 7 – 1 принципи та моделі, в якому описані принципи представлення фізичного пристрою зі всіма його функціями у вигляді набору логічних пристроїв, які в свою чергу складаються із набору логічних вузлів,

з вказанням технології групування даних в набори даних з подальшим призначенням їх до комунікаційних сервісів. Цим розділом також описано принципи передачі даних за технологією «Client – Server» або «Джерело –

Підписник»

IEC 61850 – 7 – 2 – опис структури комунікації – Абстрактний інтерфейс комунікації (ACSI - Abstract communication service interface)

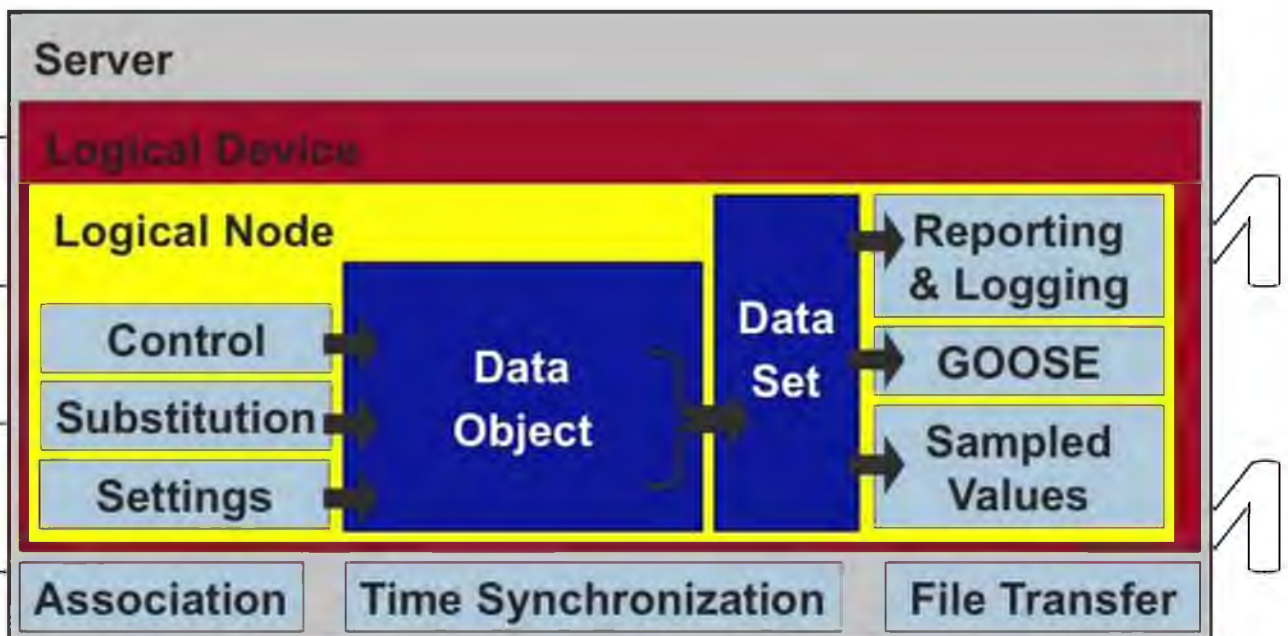


Рисунок 5 – схема ACSI

Розділом описано властивості всіх класів, а також наведено зв'язок вказаних класів із можливими сервісами, такими як звіти, журнали подій, запис/читання, мультикаст розсилка та передача миттєвих значень

IEC 61850 – 7 – 3 опис загальних класів даних. Розділом описано кожний клас даних (DATA), що включає в себе один чи більше атрибутів даних (DATA ATTRIBUTE CLASS). Цим розділом описані всі можливі класи даних та класи атрибутів даних.

Їх можна розділити на декілька основних груп:

- Класи для опису інформації про стан
- Класи для опису вимірних значень
- Класи для керуючих сигналів
- Класи для дискретних параметрів
- Класи для безперервних параметрів
- Класи для описових даних

Ці класи дозволяють моделювати будь-які данні в рамках системи автоматизації, з подальшим обміном ними між пристроями та системами

IEC 61850 – 7 – 4 – класи логічних вузлів та об'єктів даних. Цей розділ описує інформаційну модель пристроїв та функцій, що відносяться до підстанції. Ця модель визначає імена логічних вузлів та даних для передачі даних між приладами та системами. Всі класи логічних вузлів мають найменування, що складається з 4х букв, при тому що перша буква в назві класу логічного вузла, завжди вказує на групу, до якого він відноситься, а саме:

Таблиця 7 – класи логічних вузлів

НУБІП	у	україни	Н
НУБІП	у	україни	а
НУБІП	у	україни	й
НУБІП	у	україни	м
НУБІП	у	україни	е
НУБІП	у	україни	н
НУБІП	у	україни	у
НУБІП	у	україни	ва
НУБІП	у	україни	н
НУБІП	у	україни	н
НУБІП	у	україни	я
НУБІП	у	україни	гр
НУБІП	у	україни	у
НУБІП	у	україни	п
НУБІП	у	україни	и
НУБІП	у	україни	А
НУБІП	у	україни	ВТ
НУБІП	у	україни	о
НУБІП	у	україни	м
НУБІП	у	україни	ат
НУБІП	у	україни	и

НУБІП УКРАЇНИ

Ч
Н
е
ке

НУБІП УКРАЇНИ

р
у
ва
Н

НУБІП УКРАЇНИ

Н
я
З
а

НУБІП УКРАЇНИ

р
ез
е
р

НУБІП УКРАЇНИ

в
о
ва
Н

НУБІП УКРАЇНИ

о
Д
и
с

НУБІП УКРАЇНИ

п
ет
ч
е
р

НУБІП у країни

сь
ке
ке

НУБІП у країни

р
у
ва
н
н
я

НУБІП у країни

р
оз
п

НУБІП у країни

о
ді
л
е
ні

НУБІП у країни

д
ж
е
р

НУБІП у країни

е
л
а
е
н
е

НУБІП у країни

р
г
ії



НУБІП УКРАЇНИ

а
Л
Ь

НУБІП УКРАЇНИ

НІ
Ф
У
Н
К

НУБІП УКРАЇНИ

ЦІ
І
ГІ
Д

НУБІП УКРАЇНИ

Р
О
Е
Н
Е

НУБІП УКРАЇНИ

РГ
ЕГ
И
К
А

НУБІП УКРАЇНИ

ІН
ГЕ
Р
Ф
Е

НУБІП УКРАЇНИ

Й
С

НУБІП УКРАЇНИ

И
га
а

НУБІП УКРАЇНИ

р
хі
в
у
ва

НУБІП УКРАЇНИ

н
н
я
з

НУБІП УКРАЇНИ

а
р
єз
е
р

НУБІП УКРАЇНИ

в
о
ва
н

НУБІП УКРАЇНИ

о
М
е
х
а

НУБІП УКРАЇНИ

ні
ч
н

НУБІП у країні

НУБІП у країні

НУБІП у країні

НУБІП у країні

НУБІП у країні

НУБІП у країні

НУБІП у країні

е
га
н
е
е
д
е
кт
р
и
ч
н
е
о
б
л
а
д
н
а
ч
н
я
с
и
ст
е
м
ні

Л

НУБІП у країни

Л
ОГ
ІЧ

НУБІП у країни

НІ
В
УЗ
П
И

НУБІП у країни

О
б
лі
к

НУБІП у країни

та
в
и
мі
р

НУБІП у країни

ю
ва
н
ч
я

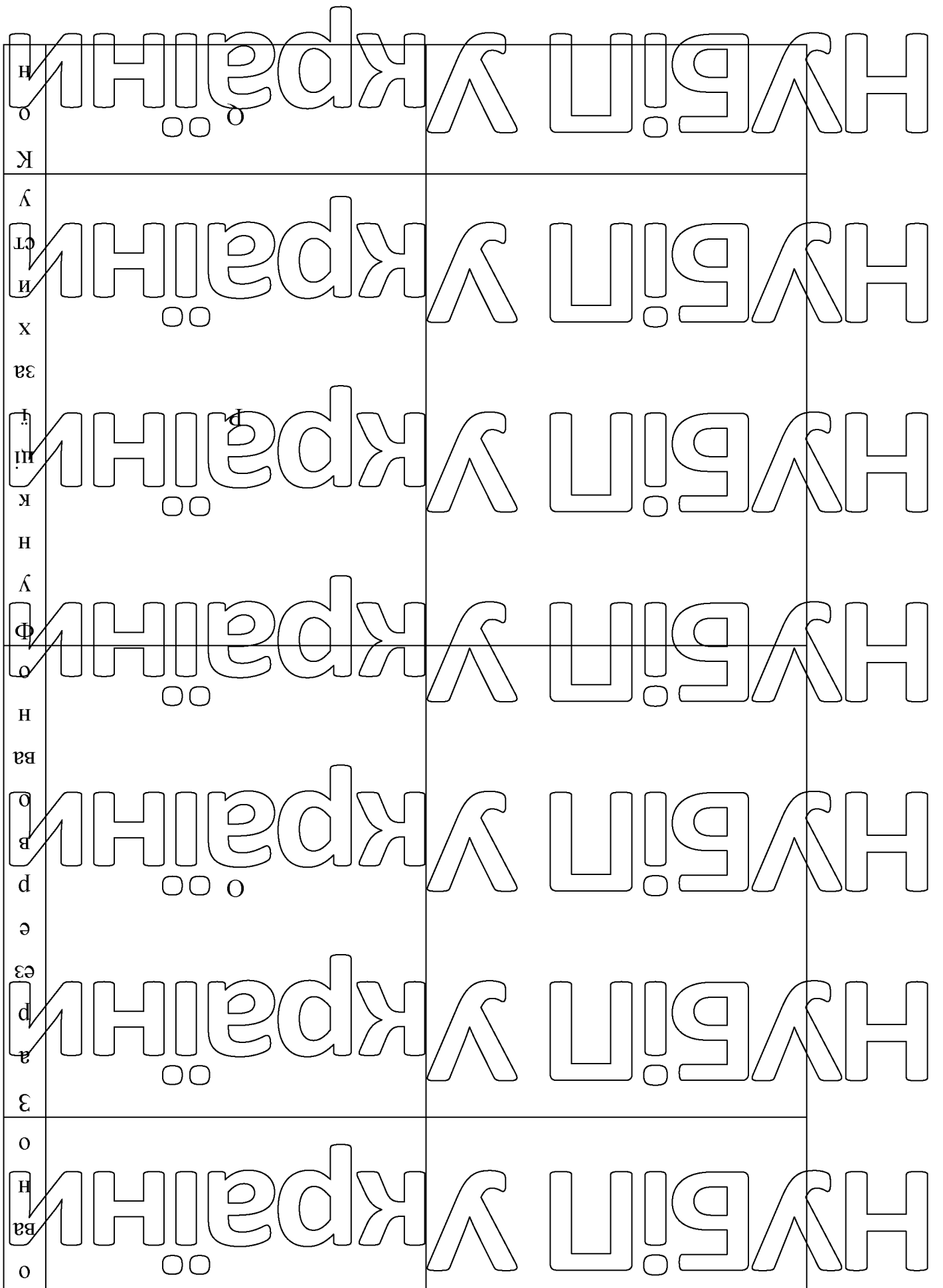
НУБІП у країни

З
а
р
ез

НУБІП у країни

е
р
в

N



НУБІП у країни

НУБІП у країни

НУБІП у країни

НУБІП у країни

НУБІП у країни

НУБІП у країни

НУБІП у країни

Т
р
о
л
ь
я
к
о
ст
і
е
л
е
кт
р
и
ч
н
ої
е
н
е
рг
ії
Ф
у
н
к
ції

Р

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

ї
за
х
и
ст
у
д
и
с
п
ет
ч
е
р
сь
ке
ке
р
у
ва
н
н
я
та
м
о
ні
т
р

S*

НУБІП у країни

Р
и
н
г

НУБІП у країни

В
и
мі
р

НУБІП у країни

ю
ва
л
ь

НУБІП у країни

ні
т
р
а

НУБІП у країни

н
с
ф
о
р

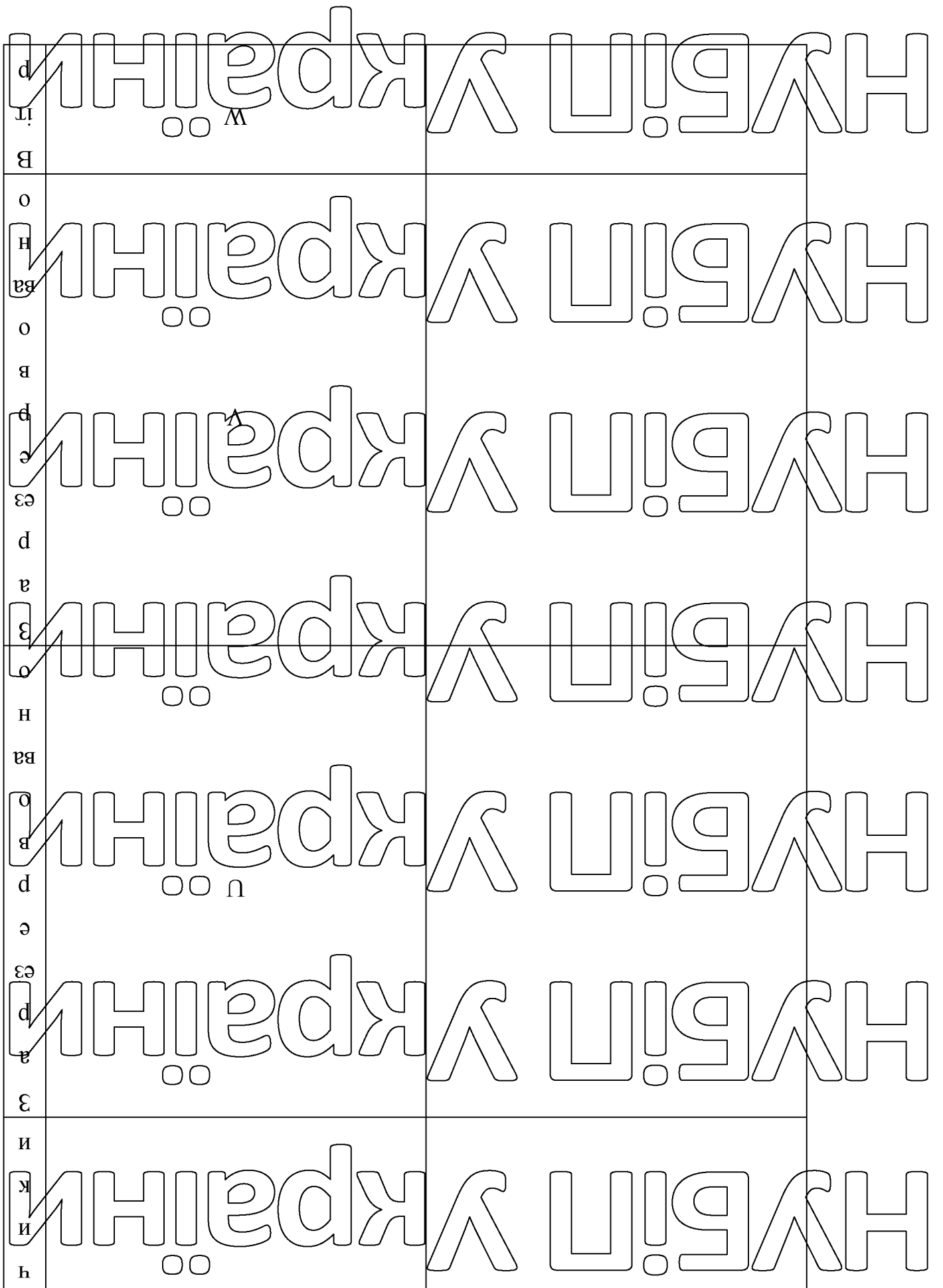
НУБІП у країни

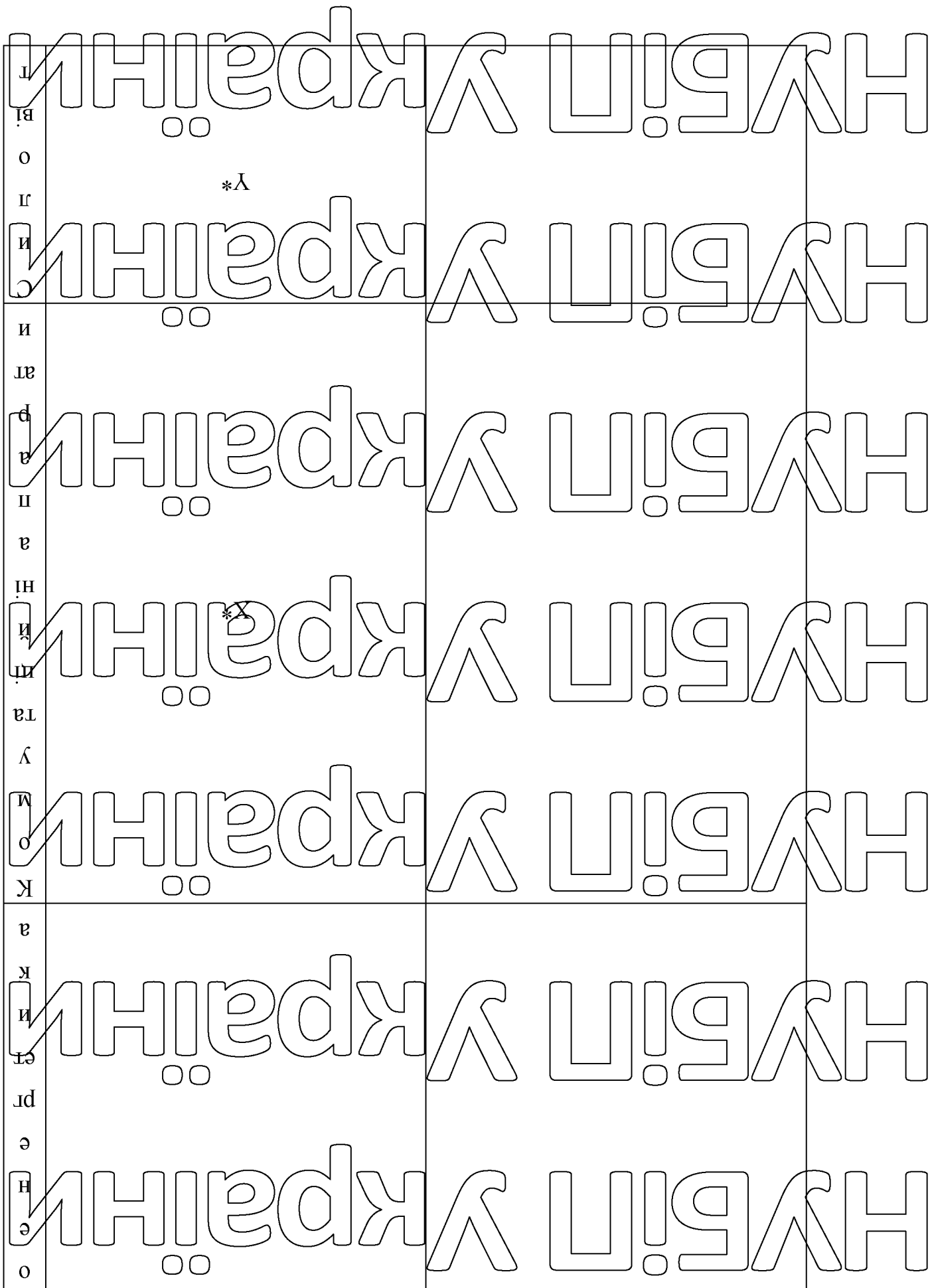
м
ат
о
р
и

НУБІП у країни

та
д
ат

T*





Л
В
О
Л
И
С
И
А
Р
А
П
А
Н
И
И
Т
Т
А
У
М
О
К
А
К
И
Е
Р
Е
Н
О

*У

*У

НУБІП у країни

НУБІП у країни

НУБІП у країни

НУБІП у країни

НУБІП у країни

НУБІП у країни

НУБІП у країни

р
а
н
с
ф
о
р
м
ат
о
р
и
та
п
о
в'
яз
а
ні
ф
у
н
к
ці
ї
Ін
ш
е
е

z*

НУБІП України
НУБІП України
НУБІП України
НУБІП України
НУБІП України

ЕС 61850-8-1 – розділ, що описує методи обміну інформацією по локальним мережам шляхом призначення абстрактних комунікаційних сервісів (ACSI) на протокол MMS (Manufacturing Message Specification).
Розділ описує протоколи для обміну даних як яким критична часова затримка, так і тим яким затримка не критична. Сервіси та протокол працюють на повній моделі OSI (The Open Systems Interconnection model) поверх стеку TCP (Transmission Control Protocol) за рахунок чого – передача

даних можлива лише з відносно не великими часовими затримками. Цей протокол може широко використовувати лише для передачі команд телекерування, збору даних телевимірювань і телесинхронізації, а також відправки звітів, журналів з видалених пристроїв. Окрім самого протоколу

MMS розділ описує призначення даних, що потребують швидкої передачі даних, а саме синтаксис протоколу визначає призначення даних кадрів IEC 8802-3 (стандарт, що описує широкопосібну (мультикастову) передачу даних в локальних мережах), а також визначає процедури що відносяться до використання IEC 8802-3 (GOOSE - Generic Object-Oriented Substation Event).

При цьому в протоколі GOOSE – дані можна назначати безпосередньо в кадр Ethernet, обходячи модель OSI та в обхід стеку TCP. Дані згідно цього стандарту передаються значно швидше в порівнянні з MMS, тому цей протокол використовується для передачі команд спрацювання захистів, відключаючих імпульсів та аналогічних сигналів.

IEC 61850 – 9 – 2 – розділ стандарту, що описує методи передачі миттєвих значень від TC та TH по інтерфейсу IEC 8802-3, а також приймання даних відповідними пристроями (IED - Intellectual Electronic Devices) в цифровому вигляді.

IEC 61850 – 9 – 2LE - специфікація стандарту, що доповнює та розширює попередній розділ, а саме описує системи резервування локальних мереж, а саме PRP (Parallel Redundancy Protocol) та HSR (High-availability Seamless), а також додані вимоги по частотам вибірок миттєвих значень (80 та 256 вибірок за період промислової частоти) та складу пакету, що передається, для уніфікації приладів різних виробників.

IEC 61850 – 10 розділ стандарту визначає процедури та методику випробувань відповідності пристроїв та програмного забезпечення вимогам стандарту і специфікацій.

IEC 61850 – 80 – 1 – розділ описує призначення загальних класів даних IEC 61850 на протоколи IEC 60870-5-101 та IEC 60870-5-104 (стандартизовані телемеханічні протоколи передачі даних на об'єктах електроенергетики)

ЕС 61850 – 90 – 1 – розділ описує використання стандарту для організації зв'язку між підстанціями

ЕС 61850 – 90 – 5 – розділ описує метод передачі синхронізованих векторних вимірювань між PMU (Phasor Measurement Unit) та системою моніторингу перехідних режимів

НУБІП України

Обладнання, що використовуються для реалізації систем цифрової ПС

НУБІП України

Цифрові трансформатори струму та напруги

Цифровими трансформаторами струму та напруги називаємо первинні електротехнічні пристрої, які призначені для вимірювання та передачі параметрів струму пристроям вимірювання, обліку, захисту, автоматики та сигналізації в мережах змінного струму. Передача даних в якій забезпечується по оптико-волоконних,

НУБІП України

Принцип дії цифрових трансформаторів струму заключається в тому, що вимірювання сили змінного (постійного) струму здійснюється з використанням декількох первинних перетворювачів струму, що виконані на базі законів повного струму, електромагнітної індукції, законів Ома, та гальвано-магнітних ефектів. Вимірювання

НУБІП України

Може бути організовано одночасно декількома перетворювачами, що виконані по різним технологіям та фізичним принципам в залежності від типу цифрового трансформатору струму (ЦТС). Вимірювання напруги цифровими трансформаторами напруги (ЦТН) базується на використанні подільників напруги. Електронні блоки ЦТН та ЦТС перетворює вихідні сигнали відповідних первинних перетворювачів в

НУБІП України

цифровий сигнал, а далі абсорбує данні в собі та формує пакети даних та забезпечує їх передачу до конкретних систем. Для підвищення точності та достовірності даних цифрові блоки ЦТН та ЦТС синхронізують за допомогою зовнішніх систем точного часу по протоколу PTP v2 (Precision Time Protocol), що описаний стандартом IEEE

НУБІП України

а

х

v2. Точність синхронізації даних згідно цього протоколу – близько декількох десятків наносекунд. Для забезпечення надійності передачі даних цифрові модулі пристроїв підключаються до резервованих мереж по технологіям PRP/HSR



Рисунок 6 - приклади виконання ЦТС



Рисунок 7 - приклади виконання ЦТН

Перевагами ЦТН та ЦТС перед класичними ТС та ТНЄ:

підвищена надійність та безпека через відсутність мастила або електричного газу
менші габаритні розміри, а внаслідок простота інсталяції в умовах обмеженого простору

широка можливість для налаштувань коефіцієнтів трансформації

відсутність ферорезонансу

розширена полоса пропускання

висока точність, в тому числі при перехідних процесах, навіть при негативних впливах оточуючого середовища

Недоліками ЦТН та ЦТС перед класичними ТС та ТН є:

висока вартість

відсутність можливості використання ЦТН та ЦТС в системах комерційного обліку електроенергії в Україні

відсутність можливості стратифікування в Україні

відносно мале різноманіття пристроїв на ринку

відсутність досвіду встановлення та використання на енергетичних об'єктах України

відсутність спеціалістів для проектування, встановлення, налаштування та обслуговування систем на базі ЦТН та ЦТС

Пристрої DMU та AMU

Пристрої DMU - багатофункціональні пристрої, основною функцією якого є

перетворення дискретних електромагнітних сигналів в цифрові дискретні сигнали та навпаки цифрові дискретні сигнали в дискретні електромагнітні. Їх обробка,

буферування та обмін даними між пристроями системи ЦТН згідно стандарту IEC 61850 – 8 – 1 по протоколам MMS та GOOSE, з підтримкою роботи в резервованих

локальних мережах PRP/HSR, а також підтримкою протоколу синхронізації PTPv2 .

На базі пристроїв DMU можуть бути також й організовані базові системи захисту та автоматики.

Пристрої АМУ – багатофункціональні пристрої основною функцією яких є перетворення аналогових сигналів від класичних ТС та СТН в цифрові аналогові сигнали, з подальшою їх обробкою буферизуванням, та передачею до систем ЦПС згідно стандарту IEC 61850 – 9 – 2LE з підтримкою роботи в резервованих локальних мережах PRP/HSR, а також підтримкою протоколу синхронізації РТРv2 .

Функції DMU та АМУ можуть бути поєднані одним фізичним пристроєм. В більшій частині такі пристрої використовуються при підключенні менш вимогливих до надійності передачі даних приєднань рівня напруги 35кВ та нижче, але для відповідальних приєднання ці функції розділяють, а також повністю дублюють.

Приклади пристроїв DMU/AMU:

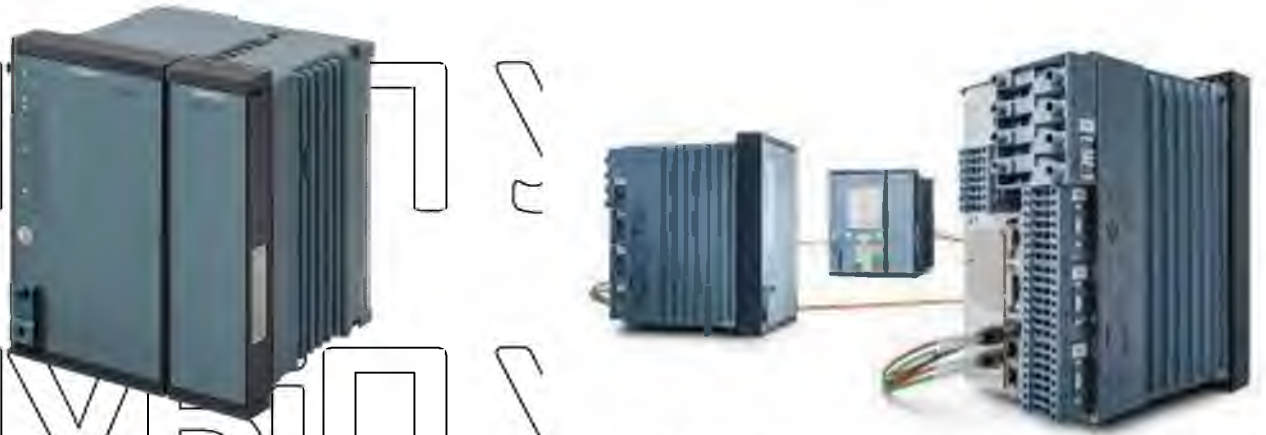


Рисунок 8 – пристрій MU320Е, виробник GE

Рисунок 9 – пристрій SMU6k



НУБІП України



НУБІП України

Рисунок 10 - пристрій виробник SIEMENS

□ ▢ ▣ ▤ ▥ ▦ ▧ ▨ ▩



НУБІП України

Рисунок 11, пристрій SEL-401/421, виробник SEL

НУБІП України

Годинник точного часу

Для забезпечення функціонування системи ЦПС, а саме погодження роботи всіх пристроїв та прикладень з єдиною часовою міткою використовують години точного часу, у випадку ЦПС для забезпечення надійності, для кожної шини даних (Station Bus) встановлюють по два пристрої (основний та резервний).

Для синхронізації часу використовується один із самих точних протоколів PTP v2, що описаний стандартом IEEE 1588v2 згідно цього протоколу, точність міток часу має бути не гірше чим ± 1 мкс, в основному така точність має бути забезпеченою для серверів та приймачів SV потоків на шині процесу (Process Bus), але точність передачі відключаючих імпульсів, спрацювання захистів чи автоматики не менш важливе, в тому числі й для системи реєстрації аварійних подій. Для шини станції (Station Bus) системи, достатньо й SNTP (Simple Network Time Protocol) протоколу, згідно якого точність системи забезпечується на рівні 1-50 мс, але для уніфікації обладнання та протоколів, а також налаштувань, в тому числі зважаючи на необхідність підключення більшості обладнання як до Station так і для Process Bus, годинники точного часу обираються одного виду, моделі та коду замовлення.

НУБІП України

НУБІП України

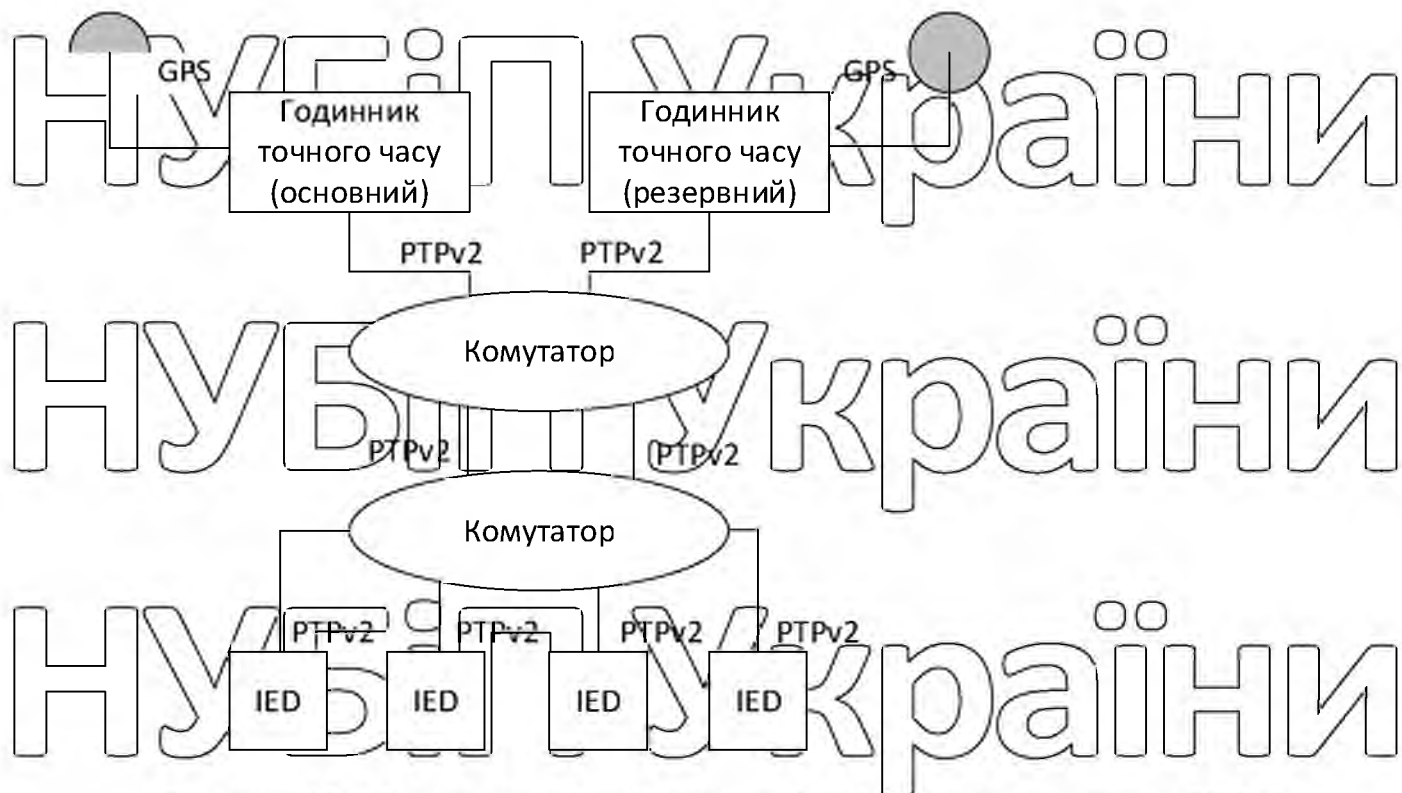


Рисунок 12 - Схема організації синхронізації часу по протоколу PTPv2

Приклади обладнання:



Рисунок 13, пристрій SEL-2488, виробник SEL

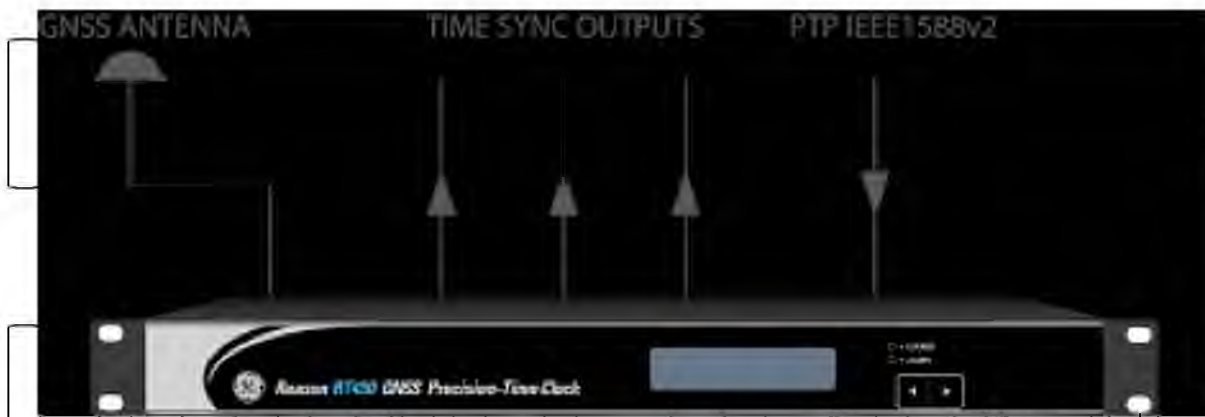


Рис. 14 – пристрій Reason RT430/434, виробник GE

4 Комутатори/маршрутизатори

Для об'єднання всіх пристроїв ЦПС в єдину фізичну локальну мережу Ethernet використовуються комутатори. Від надійності та стійкості їх роботи залежить функціонування всіх систем цифрової підстанції, а саме їх надійність, чутливість, селективність та швидкодія. До них пред'являються ті самі вимоги, що й до пристроїв РЗА, RTU, годинників точного часу і тд... згідно вимог IEC 61850.

Комутатором (Switch) називають мережевий пристрій, який призначений для поєднання декількох вузлів локальної комп'ютерної мережі в мережах одного або більше сегментів мережі

Розрізняється декілька типів комутаторів, які працюють в мережевій моделі OSI:

OSI

7 Прикладний рівень

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

Рисунок 15 - модель OSI

НУБІП України

Комутатори рівня L1 – це мережеві пристрої, які працюють на «фізичному» рівні електричних сигналів, де комутатори не розпізнають дані, що проходять через них.

Інформація яка заходить в комутатор - доступна на будь-якому його фізичному порту.

НУБІП України

Комутатори рівня L2 - це мережеві пристрої, які працюють на канальному рівні, а також виконують фізичну адресацію даних. На цьому рівні вони працюють з кадрами (фреймами), на цьому рівні не йде розрізняння пристроїв по IP адресах, а ідентифікація виконується за допомогою MAC адресів

НУБІП України

Комутатори рівня L3 - це мережеві пристрої, що працюють мережевому рівні, та вже аналізують IP адреси пристроїв. Комутатори цього рівня окрім типової маршрутизації рівня L1 та L2 можуть підтримувати (в залежності від опцій пристрою) динамічні протоколи маршрутизації та підтримку VLAN (Virtual Local Area Network)

НУБІП України

Комутатори рівня L3 - це мережеві пристрої, основне призначення яких забезпечення надійності передачі даних. Вони здатні розрізняти та відфільтровувати трафік даних

VLAN – це функція в роутерах та комутаторах, що дозволяє на одному фізичному мережевому інтерфейсі додатково створити одну або декілька віртуальних локальних мереж.

Основними перевагами VLAN які широко використовуються при побудові ЦПС є:

зручне та масштабоване розподілення пристроїв на групи/підгрупи
меншення широкополосного трафіку в мережі
обмеження безпеки та керованості в мережі

меншення кількості мережевого обладнання та мережевого кабелю

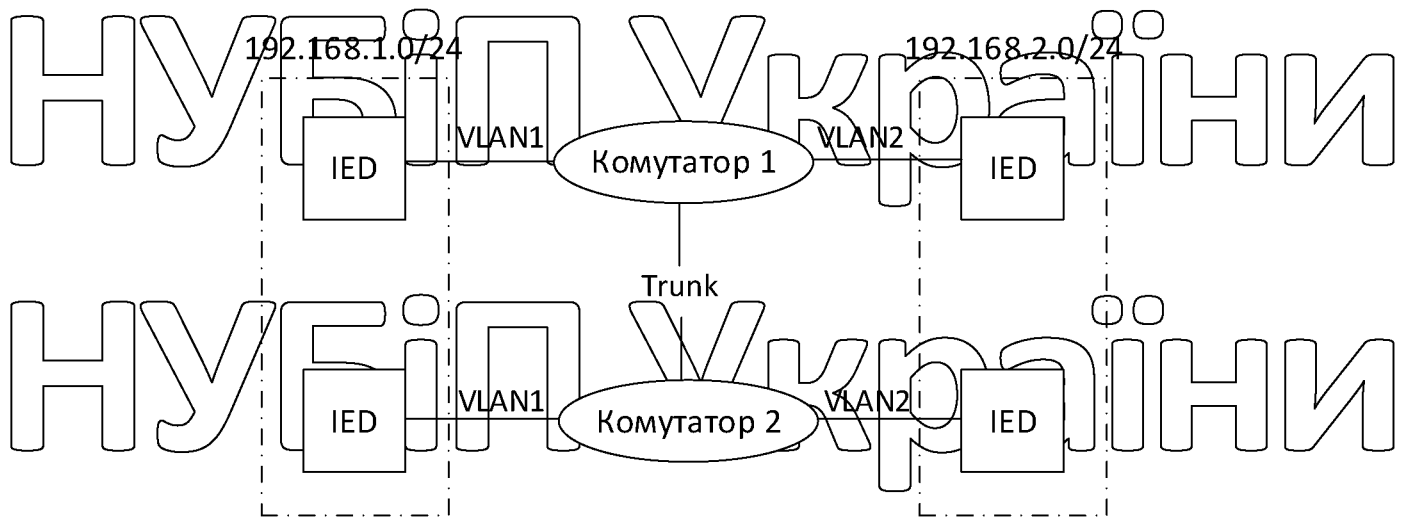
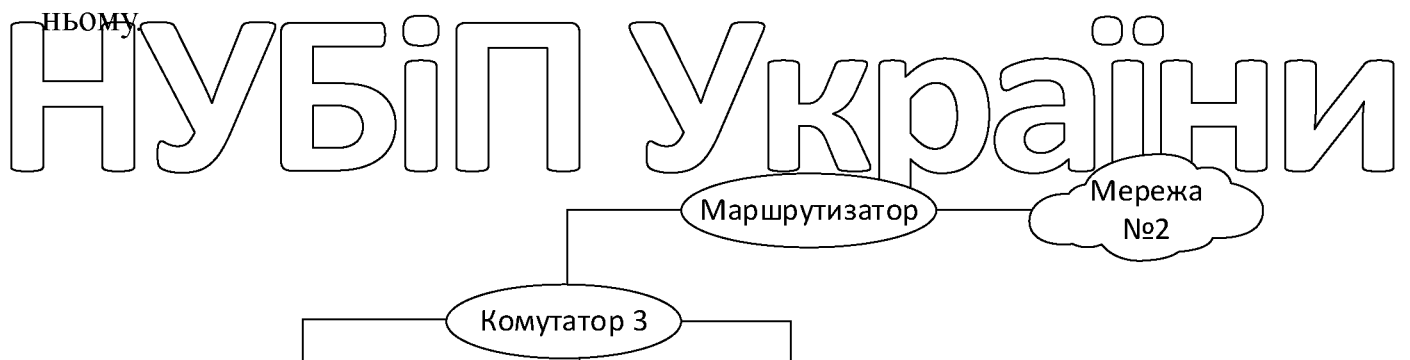


Рисунок 16 - приклад організації мережі VLAN

Маршрутизатор та комутатор це мережеві компоненти, які допомагають поєднувати інші елементи локальної/віртуальної мережі між собою. Маршрутизатором називають - мережевий пристрій, який призначений для поєднання одного або декілька вузлів або сегментів мережі між собою, з наданням доступу до іншої мережі, що знаходиться поза межами цієї. Маршрутизатор може бути як окремий фізичний пристрій (рекомендується) так функції маршрутизатора можуть бути організовані на базі комутаторів рівня L2 та вище, за умови наявності цих опцій програмного рівня в ньому.



НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

Рисунок 17 – Приклад організації мережі з використанням маршрутизаторів

Мережа PRP/HSR

Для забезпечення надійності передачі даних між всіма пристроями та сегментами мережі в промислових мережах використовуються протоколи резервування, такі як Ring і таке інше. Основною характеристикою надійності протоколу резервування – є час відновлення мережі після збою.

Основними протоколами резервування в мережах ЦПС, для забезпечення гарантованої, безшовної та відмовостійкої передачі даних – використовують два високонадійних протоколи PRP (Parallel Redundancy Protocol) та HSR (High-availability Seamless Redundancy) час відновлення мережі при яких становить близько 0 с, вимоги до цих протоколів описані стандартом IEC 62439-3.

PRP – протокол резервування мережі, який заснований на побудові резервування на кінцевих пристроях, при цьому комутатори не відслідковують наявності активованих функцій PRP на пристроях. Пристроєм на якому активовано функцію PRP називають одночасно до 2х незалежних фізичних мереж. Пристрій, який має тільки одне фізичне підключення до однієї з мереж називають SAN (Single Attached Node), в цьому випадку пристрій не матиме резервного шляху передачі даних, для забезпечення

резервування таких пристроїв використовують такі пристрої, як RedBox (Redundancy

Алгоритм передачі даних за допомогою PRP протоколу – кінцевий пристрій DAN

генерує данні для передачі, за допомогою протоколу PRP на комунікаційних портах

DAN генерується посилка інформації з додатковими надстройками для мережі №1 -

A, для мережі №2 *****B та відправляється в свої відповідні мережі, з певним

часом (долі мілісекунд) дані доходять до адресанта цієї інформації (цей пристрій

також має бути с підтримкою PRP) з певною різницею в часі, данні з мережі, що

отримались першими – оброблюються, данні, що отримались другими читаються та

ресетруються, як отриманні, але не оброблюються. Ресстрація даних з обох мереж

надзвичайно важлива, оскільки допомагає розуміти системі, що обидві мережі активні

та в роботі. Так як пристрій отримує відразу дві посилки (з різних мереж) отримувач

за допомогою PRP-сумісних трейлерів контролю надмірності - RCT (Redundancy

Control Trailers) розуміє по якій мережі зараз йде обмін інформації відкидує приставку

«A» або «B» на передає інформацію з посилки в пристрій, що її оброблює. Так як в

пристроїх SAN відсутні RCT трейлери, данні до них надходять лише з тієї мережі, до

якої вони фізично підключені, але приставка «A» та «B» ігнорується.

Передача даних за допомогою PRP протоколу дуже надійна, але вимагає побудови 2x

фізично відокремлених мереж, що є основним його недолком.

SAN

DAN

Мережа А

PRP

Мережа В



НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

Рисунок 18 Приклад організації резервування мережі за технологією PRP

HSR – протокол резервування мережі, який заснований на побудові мережі кільцевого типу, з використанням HSR сумісних пристроїв, які мають по 2 фізичних комунікаційних інтерфейсів. Мережеві інтерфейси пристроїв поєднуються таким чином, що перший пристрій DAN своїм першим портом підключається до комутатору, а другим портом підключається до першого порту наступного пристрою DAN, він в свою чергу – другим портом до першого порту наступного пристрою DAN і так далі до останнього пристрою DAN, який своїм другим портом підключається до комутатору.

Алгоритм передачі даних за допомогою HSR протоколу – в отриманому кільці пристрій відправник, дублює інформацію на своїх 2 портах й відправляє їх в обидва боки кільця. DAN пристрій отримувач читає та оброблює перший отриманий пакет даних, після чого при отриманні другого пакету – відразу його видаляє без додаткового аналізу, при цьому реєструє його отримання. В перегляді другого пакету даних відсутня необхідність через те, що ідентифікатор RCT додається на початку у вигляді заголовку, що дозволяє всім пристроям в мережі розпізнати задубльований пакет без перегляду. При цьому – в мережі не можуть бути підключені DAN не HSR пристрої, або SAN пристрої та можуть бути підключені в мережу тільки за допомогою пристроїв RedBox.

НУБІП України

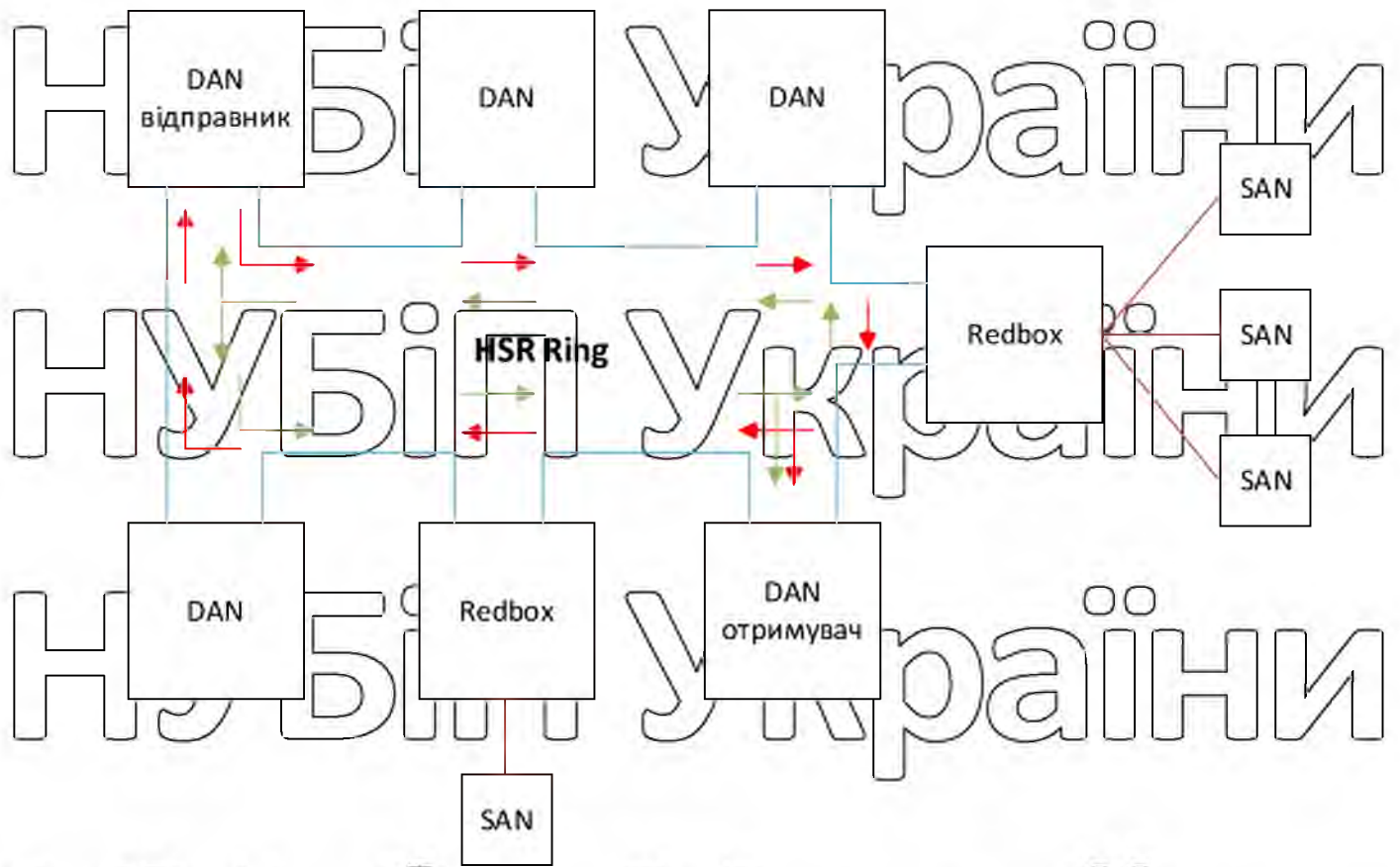


Рисунок 18 – приклад організації резервування мережі за технологією HSR



Гуцул | Українці

Рисунок 19 - Комутатор/маршрутизатор RUGGEDCOM RST 2228, виробник

SIEMENS



Рисунок 20 - пристрій RedBox RUGGEDCOM RS 950G, виробник SIEMENS



Рисунок 21 – пристрій RedBox H49, виробник GE

НУБІП України



Рисунок 20 – комутатор Reason S20, виробник GE

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

Обладнання та програмне забезпечення для тестування та перевірки цифрових підстанцій

Four voltage outputs:
4 x 300 V or 2 x 600 V

Auxiliary DC supply: 0 ... 254 V

4 x binary outputs

Six current outputs:
6 x 12.5 A / 5 x 30 VA or
3 x 25 A / 3 x 150 VA or
1 x 75 A / 1 x 450 VA

DC measuring inputs:
0 ... 10 V and 0 ... 20 mA

Generator combination sockets:
3 x 300 V and 3 x 25 A

16.0 kg (35.3 lbs)
450 x 145 x 390 mm (17.7 x 5.7 x 15.4")

10 x multifunctional inputs: binary (dry/wet)
Analog multimeters, EnerLyze®

Рисунок 21 – пристрій C256plus, виробництва OMICRON

Високоточний комплект для налагодження, випробувань та перевірки пристроїв релейного захисту та автоматики, системи АСУТП, систем параметрів якості електроенергії як в класичному так і повністю в цифровому форматі. Пристрій повністю сертифіковано згідно стандартів IEC 61850

Основні функції пристрою:

ожливість використання з пристроями різних виробників систем РЗА,

АСУТП та первинного обладнання

ожливість моделювання SV потоків

инхронізація по PTPv2

ожливість моделювання GOOSE та MMS повідомлень

ожливість перевірок як в ручному вигляді зі складанням своїх бланків перевірок для подальшого використання, так і в повністю автоматичному

режимі згідно раніше створених або заводських бланків випробувань систем РЗА та автоматики

може використовуватись на всіх етапах існування ЦПС, при проектуванні, пусконаладжувальних робіт, прийомо-здаточних роботах, при обслуговуванні ЦПС



Рисунок 22 – приклад використання пристрою C256plus, виробництва OMICRON

Мультиметр та реєстратор несправностей для систем побудованих на базі ІЕС



Рисунок 23 – пристрій DANEO 400, виробництва OMICRON

DANEO400 це гібридна вимірювальна система, яка служить для запису та подальшого аналізу всіх типових сигналів (струмів, напруг, аварійно-попереджувальних сигналів, сигналів стану обладнання), а також сигналів комунікаційної мережі ЦПС. Пристрій виконує вимірювання сигналів в усіх режимах роботи ЦПС (нормальний, аварійний, післяаварійний, тестовий) та надає їх для оцінки коректної взаємодії в межах системи в єдиному часі взаємодії. Також система може виконувати функції оцінки мережі ЦПС та її мережевого трафіку



Рисунок 24 – приклад валру ПЗ на базі DANES 400

Програмне забезпечення IEDScout

Програмне забезпечення IEDScout – це інструмент для інженерів в сфері захисту та автоматизації підстанцій, що працюють на базі стандарту IEC61850. Воно служить для вирішення наступних задач:

іделювання роботи будь-якого пристрою IEC61850

імітація роботи будь-якого пристрою IEC61850, як в цілому так і конкретних його функцій

повна віртуальна заміна пошкодженого та або тестованого пристрою IEC 61850

аналіз робоздатності пристрою IEC 61850, а також обміну інформації з ним

аналіз трафіку конкретного пристрою IEC 61850

імуляція сигналів конкретного пристрою IEC 61850

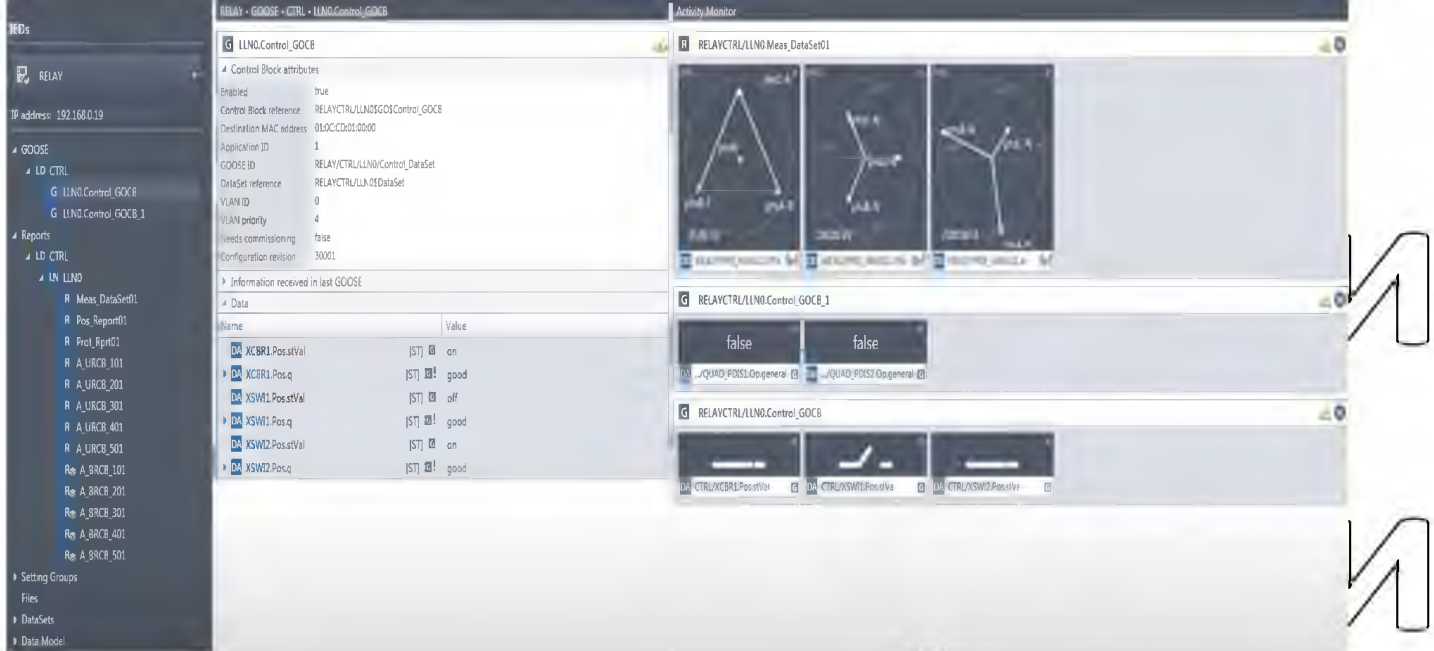


Рисунок 25 – приклад кадру ПЗ IEDScout

НУБІП України

Програмне забезпечення StationScout

Програмне забезпечення StationScout – це програмне забезпечення, що дозволяє в повній мірі змодельовати, відслідковувати та обслуговувати всі процеси в системі побудованій на стандарт IEC 61850

Основні функції StationScout:

- моделювання як мережі IEC 61850 в цілому так і окремих елементів мережі
- гляд стану ЦПС
- візуалізація файлів SCL

• відслідковування сигналів IEC 61850 в інформаційних шинах підстанції

• гляд стану як пристрою IEC 61850 в цілому так кожного сигналу окремо

• порядкування та відслідковування сигналів IEC 61850, в тому числі команд керування

•

• тримання атрибутів даних 61850

• втомігінні випробування системи IEC 61850

• ібербезпека мережі 61850

НУБІП України

т

е



Рисунок 26 – приклад кадру ПЗ StationScout

НУБІП України

Програмне забезпечення StationGuard

Програмне забезпечення StationGuard – це апаратно-програмний модуль основною функцією якого є цифровий захист мережі ЦПС від хакерських атак, а також не санкціонованого доступу до системи ЦПС. Це програмне забезпечення в режимі реального часу аналізує, відслідковує та попереджає про всі не стандартні та не типові запити та зв'язки в мережах IEC 61850 ЦПС. Також система дозволяє відслідковувати та візуалізувати можливі несправності та помилки та збої в налаштуванні та функціонуванні мереж IEC 61850

НУБІП України

НУБІП України

3.2 Розрахунок вартості реконструкції для побудови цифрової підстанції

НУБІП України

Загальні положення

Вартість реконструкції розраховується виключно для систем цифрової підстанції з врахуванням поправок, що все інше обладнання підстанції існуюче, в справному стані та достатнє для підключення до нього систем цифрової підстанції. В якості джерел аналогових даних для системи ЦПС будемо буде використано типові ТС та ТН з подальшою їх трансформацією через AMU/DMU в цифрові сигнали. В зв'язку з тим, що в системі ЦПС повністю відсутнє класичне розмежування між системами АСК ТП та РЗА, ці системи будуть враховані як одне ціле, а саме система ЦПС.

НУБІП України

Важливо – вартість обладнання, ПЗ та робіт несе тільки орієнтовний характер та має за мету показати тенденції розподілення вартостей по зонам реалізації проекту, та не може бути розціненою як бюджетування для реалізації подібного проекту. Під реалізацію кожного проекту необхідно проводити додаткові вишукувальні роботи, проводити розробку проектного рішення з підбором та оптимізацією рішень до побажання замовника, отримати комерційні вартості кожної з позицій від конкретних постачальників обладнання/послуг, готових до постачання обладнання на територію України та реалізації подібних проектів з наявністю відповідних кваліфікованих кадрів та компетенцій.

НУБІП України

В зв'язку з використанням закордонного обладнання для розрахунків приймаємо:

НУБІП України

Вартість 1 євро = 38,67 грн

НУБІП України

Розрахунок вартості проектування систем ЦПС для цифрової підстанції 110/35/10 кВ

В комерційну собівартість роботи співробітника входить – заробітна платня співробітника, організація та підтримка робочого місця, оренда приміщення, навчання, адміністративні затрати компанії, забезпечення соціальних норм.

В об'єм робіт стадії «П» та «Р» входить:

озробка загального технічного рішення системи ЦПС

ідбір та вибір основного обладнання системи

проведення розрахунків уставок, часу реакції системи, завантаження системи

озробка конфігурацій пристроїв захисту та автоматизації

озробка завдання на виготовлення шаф системи ЦПС

озробка кабельного журналу системи ЦПС

озробка схем підключення обладнання системи ЦПС

озробка IP планів пристроїв ЦПС

озробка переліку сигналів GOOSE, MMS, SV потоків

озробка карти VLAN

озробка карти передачі даних сигналів GOOSE, MMS та SV потоків

озробка кадрів SCADA системи

озробка комплексних алгоритмів тестування системи ЦПС

В залежності від кваліфікації, середня комерційна собівартість роботи інженера-проектувальника системи ЦПС знаходиться в межах від 2 000 грн з ПДВ на добу до 3 000 грн з ПДВ на добу, приймаємо середню вартість в розмірі **2 500 грн з ПДВ на добу**

Середня комерційна собівартість роботи провідного (головного) інженера-проектувальника системи ЦПС знаходиться в межах від 2 500 грн з ПДВ до 4 000 грн з ПДВ на добу, приймаємо середню вартість в розмірі **3 250 грн з ПДВ на добу**

Середня комерційна собівартість роботи керівника проекту системи ЦПС знаходиться в межах від 2 500 грн з ПДВ на добу до 4 000 грн з ПДВ на добу, приймаємо середню вартість в розмірі **3 000 грн з ПДВ на добу**

Середній термін реалізації проекту стадії «П» та стадії «Р» ЦПС, за умови наявності погодженого технічного завдання, та наявності всіх необхідних вихідних даних для проектування підстанції 110/35/10 кВ становить – від 3-х до 4-х місяців, приймаємо в середньому – **74 робочих дні**

Для успішного виконання робіт в указаний термін команда для проектування ЦПС має складатись не менше чим з 5-ти інженерів-проектувальників, 1-го провідного (головного) інженера-проектувальника та 1-го керівника проектів.

Провівши розрахунки:

$$(5 * 2500 + 3250 + 3000) * 74 = 1\,387\,500 \text{ грн з ПДВ}$$

Середня комерційна собівартість проектування становить – **1 387 500 грн з ПДВ.**

3.2.3 Розрахунок вартості обладнання для цифрової підстанції 110/35/10 кВ

Підбір обладнання для системи ЦПС базується на технічному завданні, проектування системи, а також згідно діючих норм та правил технічних політик ДТЕК та ІЕК Укренерго. При підборі обладнання не мало важливим є той факт, що тип обладнання яке планується до використання, має бути раніше встановленим на подібних об'єктах та бути сертифікованим для використання на об'єктах ДТЕК.

Структурна схема розподілення обладнання ЦПС показана на

Малюнку 27 - Структурна схема організації ЦПС для підстанції 110/35/10 кВ

В якості пристроїв захисту Л-110 кВ (W1D, W2D, W3D, W4D), B-110 T-1, B-110 T-2 та секційного вимикача CB-110 обираємо пристрої виробництва АВВ, а саме:

В якості пристрою **основного** захисту лінії (Л-110 кВ) обираємо пристрій типу RED670 з вільною конфігурацією логіки виробництва компанії АВВ, який в залежності від коду замовлення може мати:

ольоровий багатофункціональний дисплей

онфігурування пристрою за допомогою ПЗ РСМ600

иференційний захист лінії 110 кВ

истанційний захист

трумові захисти (в тому числі струмова відсічка (СВ), МСЗ (максимальні

струмові захисти), СЗНП (струмовий захист нульової послідовності), НСЗНП

(направлений струмовий захист нульової послідовності), захист від термічного

навантаження, ПРВВ (резервування відмови вимикача), захист ошиновки,

захист неперемикання фаз, тощо...)

ахисти по напрузі (захист від підвищення та пониження напруги, захист по

настоті)

СК та КНК (контроль струмових та напругових кіл)

правління КА (8 та 15 КА)

втоматика телеприскорень

изначення місць пошкоджень

огіка вимкнень

ідтримка HSR та PRP

ідтримка IEC 61850, в тому числі IEC 61850-9-2LE

Функціонал пристрою повністю аналогічний обраному пристрою для типової схеми

організації системи РЗА підстанції 110/35/10 кВ, за єдиною відмінністю – відсутність

в пристрої дискретних та аналогових входів/виходів, а також мінімально-можливого

корпусу.

Вартість пристрою захисту Л-110 кВ згідно опитувального листа становить

орієнтовно - 16 000 євро без ПДВ, що за актуальним курсом становить – **744 192** грн

з ПДВ

В якості пристрою резервного захисту лінії, а також автоматики АКВ (автоматики керування вимикачем та приєднанням) В-110 Т-1, В-110 Т-2, та СВ-110 обираємо пристрій типу REC670 з вільною конфігурацією логіки виробництва компанії АБВ, який в залежності від коду замовлення може мати:

кольоровий багатфункціональний дисплей

конфігурування пристрою за допомогою ПЗ/РСМ600

диференційний захист лінії 110 кВ

струмові захисти (в тому числі струмова відсічка (СВ), МСЗ (максимальні струмові захисти), СЗНП (струмовий захист нульової послідовності), НСЗНП

навантаження, ПРВВ (резервування відмови вимикача), захист ошиновки, захист неперемикання фаз, тощо...)

захисти по напрузі (захист від підвищення та пониження напруги, захист по частоті)

СК та КНК (контроль струмових та напругових кіл)

керування КА (8 та 15 КА)

автоматика телеприскорень

визначення місць пошкоджень

логіка вимкнень

підтримка HSR та PRP

підтримка IEC 61850, в тому числі IEC 61850-9-2LE

Функціонал пристрою повністю аналогічний обраному пристрою для типової

схеми організації системи РЗА підстанції 110/35/10 кВ, за єдиною відмінністю –

відсутність в пристрої дискретних та аналогових входів/виходів, а також

мінімально-можливого корпусу.

Вартість пристрою захисту приєднання Л-110 згідно опитувального листа

становить орієнтовно 13 000 євро без ПДВ, що за актуальним курсом становить

грн з ПДВ

Вартість пристрою захисту В-110 Т-1, В-110 Т-2, СВ-110 кВ згідно опитувального листа становить орієнтовно - 13 500 євро без ПДВ, що за актуальним курсом становить - 627 912 грн з ПДВ

В якості пристрою захисту Т-1 та Т-2, основного та резервного захисту трансформатору обираємо пристрій типу RET670 з вільною конфігурацією логіки виробництва компанії АВВ, який в залежності від коду замовлення може мати:

кольоровий багатофункціональний дисплей

конфігурування пристрою за допомогою ПЗ РСМ600

диференційний захист трансформатору

станційний захист

струмові захисти (в тому числі струмова відсічка (СВ), МСЗ (максимальні струмові захисти), СЗНП (струмовий захист нульової послідовності), НСЗНП (направлений струмовий захист нульової послідовності), захист від термічного навантаження, ПРВВ (резервування відмови вимикача), захист ошиновки, захист неперемикання фаз, тощо...)

захисти по напрузі (захист від підвищення та пониження напруги, захист по частоті)

СК та КНК (контроль струмових та напружових кіл)

керування та контроль РПН

автоматика телеприскорень

логіка вимкнень

відтримка HSR та PRP

відтримка IEC 61850, в тому числі IEC 61850-9-2LE

Функціонал пристрою повністю аналогічний обраному пристрою для типової схеми організації системи РЗА підстанції 110/35/10 кВ, за єдиною відмінністю – відсутність в пристрої дискретних та аналогових входів/виходів, а також мінімально-можливого корпусу.

Вартість пристрою згідно опитувального листа становить – 16 000 євро без ПДВ, що за актуальним курсом становить 744 192 грн з ПДВ

В якості пристрою керування РПН трансформатору обираємо пристрій типу RET650 з вільною конфігурацією логіки виробництва компанії ABB, який в залежності від коду замовлення може мати:

ольоровий багатофункціональний дисплей

онфігурування пристрою за допомогою ПЗ РСМ600

иференційний захист трансформатору

истаційний захист

трумові захисти (в тому числі струмова відсічка (СВ), МСЗ (максимальні струмові захисти), СЗНП (струмовий захист нульової послідовності), НСЗНП

(направлений струмовий захист нульової послідовності), захист від термічного навантаження, ІРВВ (резервування відмови вимикача), захист опинювки, захист неперемикання фаз, тощо...)

ахисти по напрузі (захист від підвищення та пониження напруги, захист по частоті)

СК та КНК (контроль струмових та напругових кіл)

правління та контроль РПН

втоматика телеприскорень

огіка вимкнень

ідтримка HSR та PRP

ідтримка IEC 61850, в тому числі IEC 61850-9-2LE

Функціонал пристрою повністю аналогічний обраному пристрою для типової схеми організації системи РЗА підстанції 110/35/10 кВ, за єдиною відмінністю – відсутність в пристрої дискретних та аналогових входів/виходів, а також мінімально-можливого корпусу.

Вартість пристрою згідно опитувального листа орієнтовно становить – 12 500 євро без ПДВ, що за актуальним курсом становить – **581 400** грн з ПДВ

В якості пристрою **Диференційного захисту шин 110 кВ** обираємо пристрій типу REB670 з вільною конфігурацією логіки виробництва компанії ABB, який в залежності від коду замовлення може мати:

ольоровий багатофункціональний дисплей

онфігурування пристрою за допомогою ПЗ РСМ600

иференційний захист шин до 24-прислнень

струмові захисти (в тому числі струмова відсічка (СВ), МСЗ (максимальні струмові захисти), ПРВВ (резервування відмови вимикача), тощо...)

ахисти по напрузі (захист від підвищення та пониження напруги, захист по частоті)

НК (контроль напругових кл)

ПВ (автоматичне повторне увімкнення)

огіка вимкнень

ідтримка HSR та PRP

ідтримка IEC 61850, в тому числі IEC 61850-9-2LE

Функціонал пристрою повністю аналогічний обраному пристрою для типової схеми організації системи РЗА підстанції 110/35/10 кВ, за єдиною відмінністю – відсутність в пристрої дискретних та аналогових входів/виходів, а також мінімально-можливого корпусу.

Вартість пристрою згідно опитувального листа орієнтовно становить – 15 500 євро без ПДВ, що за актуальним курсом становить – **720 936** грн з ПДВ

В якості пристрою **захисту та керування прислнень ТН-110 кВ** обираємо мультифункціональний пристрій типу REX640 з вільною конфігурацією логіки виробництва компанії ABB, який в залежності від коду замовлення може мати велику

кількість функцій та мати в собі ПЗ, при обрані якого можуть бути різноманітні захисти на функції.

кольоровий багатофункціональний дисплей

онфігурування пристрою за допомогою ПЗ РСМ600

тлумові захисти

ахисти трансформаторів

ахисти по напрузі

истанційні захисти лінії

угові захисти

ермічні захисти

огіка вимкнень

ідтримка HSR та PRP

ідтримка IEC 61850, в тому числі IEC 61850-9-2LE

Функціонал пристрою повністю аналогічний обраному пристрою для типової схеми організації системи РЗА підстанції 110/35/10 кВ, за єдиною відмінністю – відсутність в пристрої дискретних та аналогових входів/виходів, а також мінімально-можливого корпусу.

Вартість пристрою відно опитувального листа орієнтовно становить – 5 000 євро без ПДВ, що за актуальним курсом становить **232 560** грн з ПДВ

В якості пристрою **реєстрації аварійних подій** обираємо пристрій типу 7KE85 з вільною конфігурацією логіки, виробництва компанії SIEMENS, який в залежності від коду замовлення може мати:

ольоровий багатофункціональний дисплей

онфігурування пристрою за допомогою ПЗ DIGSI

аналогових входів, 32 дискретних входа та 24 дискретних вихода

ідтримка HSR та PRP

ідтримка IEC 61850, в тому числі IEC 61850-9-2LE

Функціонал пристрою повністю аналогічний обраному пристрою для типової схеми організації системи РЗА підстанції 110/35/10 кВ, за єдиною відмінністю – відсутність в пристрої дискретних та аналогових входів/виходів, а також мінімально-можливого корпусу.

Вартість пристрою згідно опитувального листа орієнтовно становить – 16 550 євро без ПДВ, що за актуальним курсом становить **769 773,6** грн з ПДВ

Функціонал та наповненість пристрою, повністю аналогічний обраному пристрою для типової схеми організації системи РЗА підстанції 110/35/10 кВ.

В якості пристрою **автоматики ДГК мережі 10 та 35 кВ** обираємо пристрій типу ДРА з вільною конфігурацією логіки, виробництва компанії a-berle.

Вартість пристрою згідно опитувального листа орієнтовно становить – 8 500 євро без ПДВ, що за актуальним курсом становить **395 352** грн з ПДВ

В якості пристрою **захисту ввідного вимикача 35 та 10 кВ, та секційних вимикачів 35 та 10 кВ** обираємо мультифункціональний пристрій типу REX640 з вільною конфігурацією логіки виробництва компанії ABB, який в залежності від коду замовлення може мати велику кількість функцій та мати в собі ПЗ, при обирає якого можуть бути різноманітні захисти на функції.

ольоровий багатофункціональний дисплей

онфігурування пристрою за допомогою ПЗ РСМ600

трумові захисти
ахисти трансформаторів
ахисти по напрузі

истанційні захисти лінії

угові захисти
ермічні захисти
огіка вимкнень

ідтримка HSR та PRP

ідтримка IEC 61850, в тому числі IEC 61850-9-2LE

Функціонал пристрою повністю аналогічний обраному пристрою для типової схеми організації системи P3A підстанції 110/35/10 кВ, за єдиною відмінністю – відсутність в пристрої дискретних та аналогових входів/виходів, а також мінімально-можливого корпусу

Вартість пристрою для ввідного вимикача В-35, В-10 кВ згідно опитувального листа орієнтовно становить ~~€ 5 000~~ євро без ПДВ, що за актуальним курсом становить грн з ПДВ

Вартість пристрою для ввідного вимикача СВ-35, СВ-10 кВ згідно опитувального листа орієнтовно становить – 5 200 євро без ПДВ, що за актуальним курсом становить грн з ПДВ

В якості пристрою захисту лінії 35 та лінії 10 кВ обираємо пристрій типу REF615 з вільною конфігурацією логіки виробництва компанії ABB, який в залежності від коду замовлення може мати

ольоровий багатофункціональний дисплей
онфігурування пристрою за допомогою ПЗ РСМ600

трумові захисти лінії

РВВ вимикача
ерування вимикачем та КА приєднання

ідтримка HSR та PRP

ідтримка IEC 61850, в тому числі IEC 61850-9-2LE

Функціонал та наповненість пристрою, повністю аналогічний обраному пристрою для типової схеми організації системи P3A підстанції 110/35/10 кВ

Вартість пристрою згідно опитувального листа орієнтовно становить – 3 100 євро без ПДВ, що за актуальним курсом становить **144 187,2** грн з ПДВ

В якості пристрою захисту **ТН 35 та ТН 10 кВ** обираємо пристрій типу REU615 з вільною конфігурацією логіки виробництва компанії ABB, який в залежності від коду замовлення може мати:

ольоровий багатофункціональний дисплей

онфігурування пристрою за допомогою ПЗ РСМ600

ахисти по напрузі

ахисти по частоті

РВВ вимикача

ерування вимикачем та КА приєднання

ідтримка HSR та PRP

ідтримка IEC 61850, в тому числі IEC 61850-9-2LE

Функціонал та наповненість пристрою, повністю аналогічний обраному пристрою для типової схеми організації системи РЗА підстанції 110/35/10 кВ

Вартість пристрою згідно опитувального листа орієнтовно становить – 2 800 євро без ПДВ, що за актуальним курсом становить **130 233,6** грн з ПДВ

В якості пристроїв DMU/AMU обираємо мультифункціональний пристрій типу REX640 з вільною конфігурацією логіки виробництва компанії ABB, який в залежності від коду замовлення може мати велику кількість функцій та мати в собі ПЗ, при обранні якого можуть бути різноманітні захисти на функції.

ольоровий багатофункціональний дисплей

онфігурування пристрою за допомогою ПЗ РСМ600

трумові захисти

ахисти трансформаторів

НУБІП України

захисти по напрузі
і станційні захисти лінії
кутові захисти
ермічні захисти

логіка вимкнень

НУБІП України

підтримка HSR та PRP
підтримка IEC 61850, в тому числі IEC 61850-9-2LE

Функціонал пристроїв AMU/DMU обмежений тільки прийманням, обробкою та передачею дискретних та аналогових сигналів, також в цих пристроях відсутня

НУБІП України

необхідність в інформаційних дисплеях

Вартість типового пристрою AMU/DMU з максимальною кількістю дискретних

входів/ виходів, а також наявністю аналогових входів згідно опитувального листа

орієнтовно становить 5 000 євро без ПДВ, що за актуальним курсом становить

НУБІП України

грн з ПДВ

Шафи захистів

НУБІП України

Обладнання в шафах компонується по приєднанням та призначенню та встановлюються в релейних залах ОПУ, з підтримкою температури вище 0°C, без прямих сонячних променів, вологості та конденсату.

В залежності від побажань та вимог замовника, конструктиви шафи розроблюються з

НУБІП України

металу покритим порошковою краскою та встановлюються поряд з друг другом з доступом з двох сторін. Для зручності монтажу та подальшого обслуговування шаф, фасадні двері шафи мають скло для можливості огляду стану пристроїв захистів без

відкриття шафи, а задні двері мають суцільні металеві двостулкові двері. Каркас шафи

НУБІП України

дозволяє розміщати в середині різноманітне обладнання та за допомогою додаткових

конструктивів встановлювати коробки, клемники, опори, фальшпанелі, ключі, та іншу фурнітуру...

Загальна вартість типової шафи під встановлення пристрою захистів (з врахуванням металевого конструктиву, клемників, проводів коробів, кронштейнів, освітлення, ключів, розеток, додаткових опорів, фільтруючих конденсаторів та іншої фурнітури) становить в межах від 200 000 грн з ПДВ до 400 000 грн з ПДВ. Прийємо середню вартість однієї шафи – **300 000** грн з ПДВ

Для встановлення пристроїв AMU/DMU використовуються не ржавіючі **шафи зовнішнього встановлення**, одностороннього обслуговування (ШУ), загальна вартість шафи IP67 зовнішнього встановлення (включаючи вартість клемників, конструктивів, поворотної рами, коробів, проводів, обігріву, освітлення, патчкордів, реле і тд...) становить від 400 000 грн з ПДВ до 800 000 грн з ПДВ, в залежності від розміру, наповненості і тд... Для розрахунку прийємо вартість однієї шафи – **600 000** грн з ПДВ

В якості **комутаторів** обираємо комутатори типу RUGGEDCOM RST 2228, з встановленими в них SFP модулями з оптичним роз'ємом типу LC, виробництва компанії SIEMENS

Основні характеристики обладнання:

підтримка стандартів та протоколів IEEE 1588, RSTP, eRSTP, MSTP, RMON,

x 10 Гбіт/с uplink порта

x 10/100/1000 Мбіт/с SFP-порта

блоку живлення

температурний діапазон роботи +40°C + 85°C

- Сертифікація за стандартом IEC 61850 (electric substations) та IEEE 1613 (electric

НУБІП України
іддалений моніторинг та підтримка Web доступу

Функціонал та наповненість пристрою, ніяк не відрізняється від пристрою, що був підібраним для побудови системи АСК ТП типової ПС 110/35/10 кВ

НУБІП України
Середня вартість скомплектованого пристрою становить – 6000 євро без ПДВ,

що за актуальним курсом становить – **278 000** грн з ПДВ

НУБІП України
В якості годинників точного часу для організації системи ЦПС – обираємо годинник точного часу типу Reason RT430, виробництва компанії GE

Основні характеристики обладнання:

НУБІП України
ідтримка IEEE 1588v2 PTP для більш ніж 100 пристроїв
ідтримка протоколів NTP, SNTP, SNMP
ідтримка PTP over PRP

ідтримка IEC 61850, в тому числі IEC 61850 – 9-2-LE

НУБІП України
температурний діапазон роботи – 40*С + 55*С
іддалений моніторинг та підтримка Web доступу

Функціонал та наповненість пристрою, ніяк не відрізняється від пристрою, що був підібраним для побудови системи АСК ТП типової ПС 110/35/10 кВ

НУБІП України
Середня вартість скомплектованого пристрою становить – 6800 євро без ПДВ,
що за актуальним курсом становить – **315 547** грн з ПДВ

В якості основного та резервного серверу системи SCADA – обираємо SEL-3355

НУБІП України
Automation Controller, виробництва компанії SEL
Основні характеристики обладнання:

промишле, безвентиляторне виконання, із захистом від пилу
температурний діапазон роботи – 40*С + 85*С
апрацювання на відмову – 50 000 годин

ідтримка RAID 0, 1, 5, 10

використання сучасних лінійок процесорів Intel

використання високоякісних (час використання більше 10 років) SSD
накопичувачів

ідтримка IEC 61850

ідтримка протоколів PTPv2, PRP, HSR

Функціонал та наповненість пристрою, ніяк не відрізняється від пристрою, що був
підібраним для побудови системи АСК ТП типової ПС 110/35/10 кВ

**Середня вартість скомплектованого пристрою становить – 8 700 євро без ПДВ, що
за актуальним курсом становить – 403 714 грн з ПДВ**

В якості пристрою конвертору протоколів – обираємо лінійку RTU560 виробництва
компанії Hitachi

Основні характеристики обладнання:

промишле, без вентиляторне виконання
температурний діапазон роботи – 25*С + 70*С

x serial port (RS-232, RS-485)

одночасна обробка більше 5000 сигналів

віддалений моніторинг та підтримка Web доступу

Функціонал та наповненість пристрою, ніяк не відрізняється від пристрою, що був
підібраним для побудови системи АСК ТП типової ПС 110/35/10 кВ

к

а

т

НУБІП України

Середня вартість скомплектованого пристрою (з врахуванням необхідної кількості модулів дискретних входів/виходів, блоків живлення ліцензії і тд...) становить – 5 200 євро без ПДВ, що за актуальним курсом становить – **241 862,4** грн з ПДВ

НУБІП України

В якості програмного забезпечення системи АСК ТП обираємо ПЗ MicroSCADA X, виробництва компанії Hitachi

НУБІП України

Основні характеристики продукту:
ультифункціональний та дружельюбний інтерфейс
ібліотеки для розробки енергетичних систем
елика кількість інсталяцій на об'єктах енергетичного комплексу України

НУБІП України

дночасна обробка більше 30000 сигналів
ідтримка PRP та PTPv2
ідтримка звітів, збереження даних, розробка нових процедур на мові програмування SCL

НУБІП України

ідтримка одночасної роботи з системою більше ніж 10-ма операторами
взмеження прав доступу
втоматизовані бланки перемикань
ідтримка Cybersecurity

НУБІП України

Функціонал SCADA системи окрім збільшеної кількості сигналів, а також пристроїв, що оброблюється системою нічим не відрізняється від підбраної системи для системи АСК ТП типової підстанції

НУБІП України

Середня вартість скомплектованого програмного забезпечення (з врахуванням необхідної кількості робочих місць, кількості точок вводу/виводу, протоколів,

л
і
в

резервування, а також необхідних ліцензій Windows і тд...) становить – 140 000 євро без ПДВ, що за актуальним курсом становить – 6 510 680 грн з ПДВ

У випадку коли SCADA система на об'єкті не потрібна, в якості пристроїв збору, обробки та передачі даних з системи АСК ТП, можна обрати пристрої RTU (в тому числі з можливістю організації HMI (Human Machine Interface)), в нашому випадку обираємо RTU560 виробництва компанії Hitachi

промислове, без вентиляторне виконання
емпературний діапазон роботи – 25*С + 70*С

x serial port (RS-232, RS-485)

одночасна обробка більше 5000 сигналів

віддалений моніторинг та підтримка Web доступу

Середня вартість скомплектованого пристрою (з врахуванням необхідної кількості блоків живлення, процесорних модулів, ліцензії і тд...) становить – 8 600 євро без

ПДВ, що за актуальним курсом становить – 400 003,2 грн з ПДВ

Серверні шафи

Згідно вимог діючих нормативно-правових документів, все обладнання серверних шаф (сервери, комутатори, годинники точного часу, RTU і тд...) мають бути повністю резервованими, та встановлюватись 2-ма окремими комплектами так, що якщо щось стається з одним комплектом обладнання – другий комплект без перебоїв міг продовжити повноцінну роботу.

Обладнання в серверних шафах компонується за фізичними розмірами та призначенням по кожній одиниці обладнання в окремій шафі, в залежності від об'єкту шафи можуть встановлюватись як в кімнатах зв'язку/серверних приміщеннях так і

в
т
а

поблизу панелями захистів в релейних залах ЗПК, з підтримкою температури вище 0*С, без прямих сонячних променів, вологості та конденсату.

Шафи, в залежності від побажань та вимог замовника, розроблюються з металу покритим порошковою краскою та встановлюються з доступом з двох сторін. Для зручності монтажу та подальшого обслуговування шаф, фасадні двері шафи мають скло для можливості огляду стану пристроїв без відкриття шафи, а задні двері мають суцільні металеві двостулкові двері. Каркас шафи дозволяє розміщати в середині різноманітне обладнання та за допомогою додаткових конструктивів встановлювати коробки, клемники, опори, фальшпанелі, ключі, реле, блоки живлення та іншу фурнітуру...

Загальна вартість типової серверної шафи (з врахуванням металевого конструктиву, клемників, проводів, коробів, кронштейнів, освітлення, ключів, розеток, додаткових опорів, фільтруючих конденсаторів, блоків живлення та іншої фурнітури) становить в межах від 500 000 грн з ПДВ до 1 000 000 грн з ПДВ. Прийmemo середню вартість однієї шафи – **750 000** грн з ПДВ

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

Таблиця 8 - Розрахунок загальної вартості обладнання ЦПС

(з системою SCADA):

№ п.п	Тип/найменування пристрою	Приєднання	Кількість пристроїв	Ціна за одиницю (грн з ПДВ)	Загальна вартість (грн з ПДВ)
	RED670	Л-110 W1G, W2G, W3G, W4G	4		
	REC670	Л-110 W1G, W2G, W3G, W4G	4		
	REC670 R E	Л-110 W1G, W2G, W3G, W4G			
	REC670 R E	B-110 (T-1, T- B-110 (T-1, T-			
	REC670 R E	CB-110 B-110 (T-1, T-			
	RET670	T-1, T-2			
	RET650	T-1, T-2 (РПН)	2		
	REX640 R	T-1, T-2 ТН-110 ТН-110	4		
	REB670	ДЗШ 110 кВ			
	REG-GPA KE85	ДГК 35 та 10 кВ РАП			

НУБІП	REX640 R REX640 R	В-35, В-10 В-35, В-10 СВ-35, СВ-10 СВ-35, СВ-10	України
НУБІП	REF615	Л-35, Л-10	України
НУБІП	REU615 R М Серверні шафи	ТН-35, ТН-10	України
НУБІП		РАП Л W Т-1Г-2, РПWT-1, РПWT-2 W Шафи захистів (ЗПК)	України
НУБІП		В-110Т-1, В-110Т-2, В-35Г-1, В-35Т-2, В-10Т-1, В-10Т-2	України
НУБІП		СВ-110, ДЗШ-110, ТН-110	України

		ДГК 10-35 кВ		
		СВ-35, СВ-		
		Л-110 W1G Л-110 W2G Л-110 W3G Л-110 W4G		
	Зовнішні ШУ (МУ)	В-110 Т-1 В-110 Т-2 СВ-110 Т-1 Т-2		
		ТН-110 1СШ ТН-110 2СШ		
				Всього

Загальна кількість пристроїв захистів, в тому числі АМУ/ДМУ - 89

Загальна вартість обладнання ЦПС з системою SCADA становить

53 626 836 грн з ПДВ

НУБІП України

НУБІП України

Таблиця 9 Розрахунок загальної вартості обладнання ЦПС

(без системи SCADA):

№ п.п	Тип/найменування пристрою	Приєднання	Кількість пристроїв	Ціна за одиницю (грн з ПДВ)	Загальна вартість (грн з ПДВ)
	REC670	Л-110 W1G, W2G, W3G, W4G	4		
	REC670	Л-110 W1G, W2G, W3G, W4G	4		
	REC670 R E	Л-110 W1G, W2G, W3G, W4G			
	REC670 R E	В-110 (Т-1, Т-2) В-110 (Т-1, Т-2)			
	REC670 R E	СВ-110 В-110 (Т-1, Т-2)			
	RET670	Т-1, Т-2			
	RET650 R EX640	Т-1, Т-2 (РПК) Т-1, Т-2 ТН-110	2		
	R	ТН-110	4		
	REB670	ДЗШ 110 кВ			
	REG-GPA	ДФК 35 та 10 кВ			

KE85	РАП		
REX640	B-35, B-10		
R	B-35, B-10		

НУБІП України

REX640	CB-35, CB-		
--------	------------	--	--

R	CB-35, CB-		
REU615	Л-35, Л-10		

НУБІП України

REU615	TH-35, TH-		
--------	------------	--	--

НУБІП України

4	R		
---	---	--	--

5	R		
---	---	--	--

НУБІП України

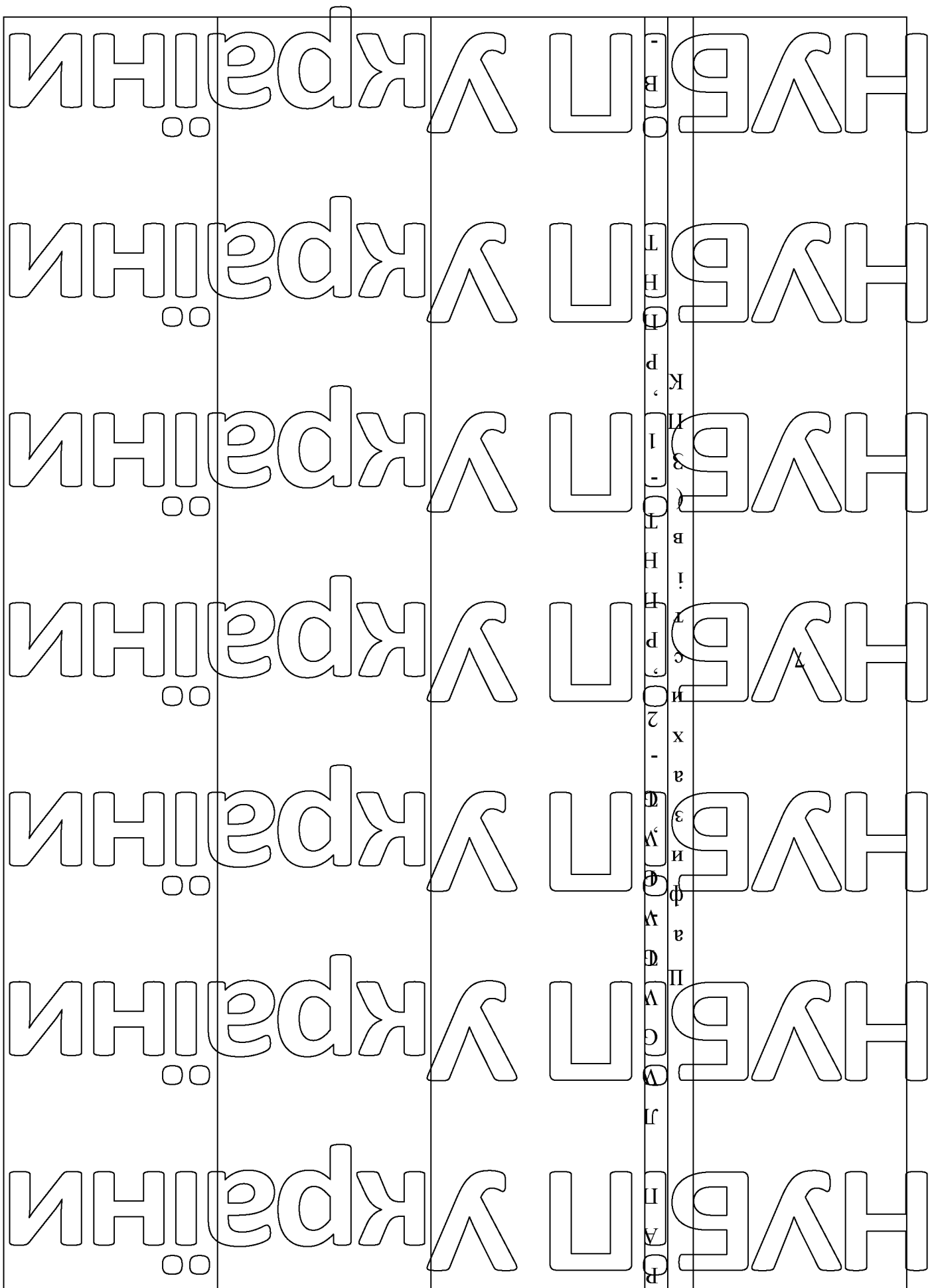
6	Серверні шафи		
---	------------------	--	--

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України



НУБП України

НУБП України

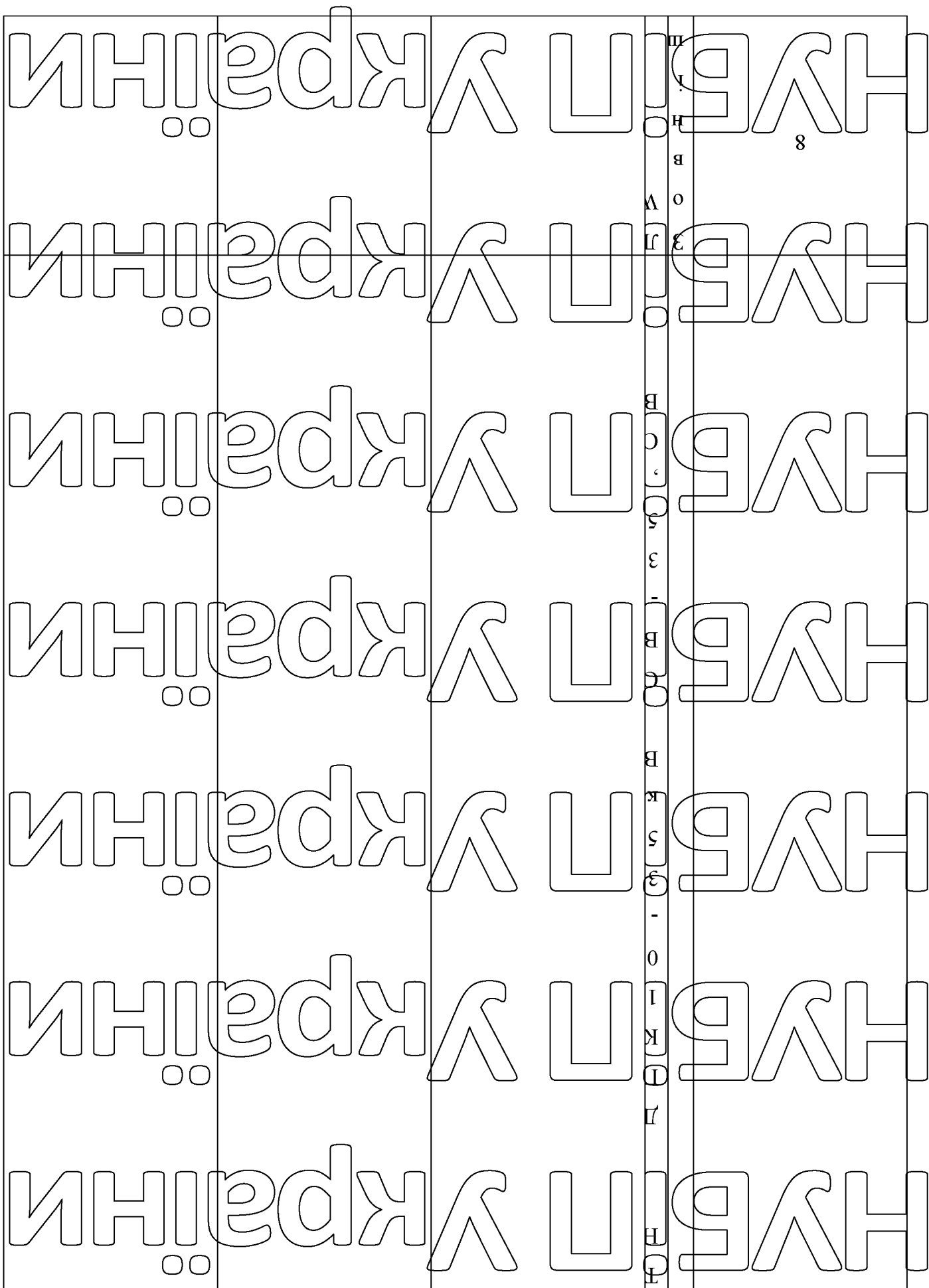
НУБП України

НУБП України

НУБП України

НУБП України

НУБП України



НУБІП у країни

НУБІП у країни

НУБІП у країни

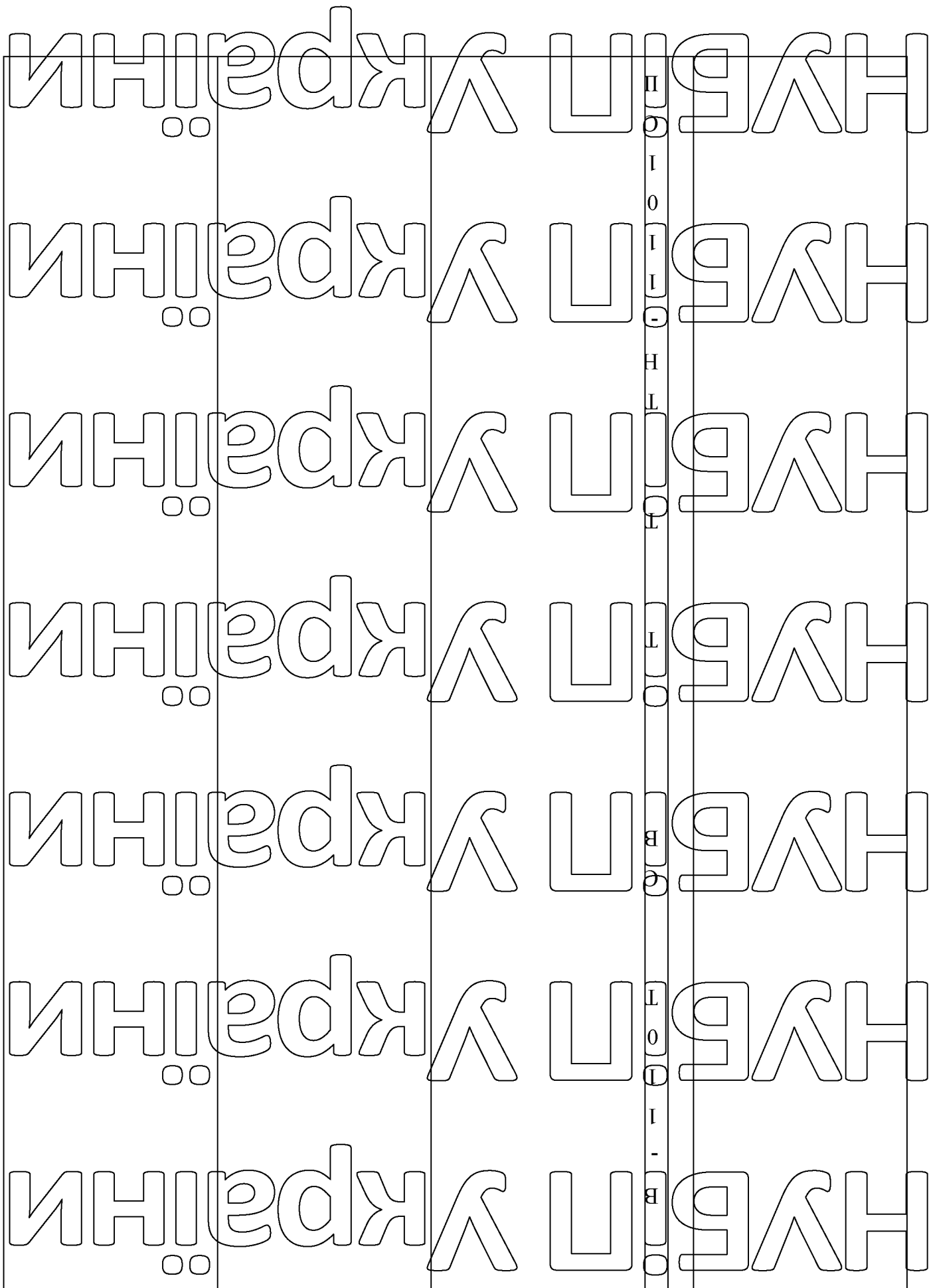
НУБІП у країни

НУБІП у країни

НУБІП у країни

НУБІП у країни

Н
і
П
У
М
У
Л
С
Л
С
Л
С
В
-
1
0
Т



П
О
Л
И
Т
И
К
А
С
К
А
Я
П
О
Д
О
Б
И
Т
Е
Л
Ь
Н
А
Я
П
О
Д
О
Б
И
Т
Е
Л
Ь
Н
А
Я

НУБІП	України	Т	1
НУБІП	України	Н	1
НУБІП	України	-	0
НУБІП	України	1	2
НУБІП	України	0	С
НУБІП	України	2	П
Всього			4

Загальна кількість пристроїв захистів, в тому числі АМУ/ДМУ - 89

Загальна вартість обладнання ЦПС без системи SCADA

становить - 46 707 731 грн з ПДВ

Розрахунок вартості монтажних матеріалів та кабельно-провідникової продукції для побудови систем ЦПС

При проектуванні та реалізації проектів РЗА, а саме для передачі всіх необхідних дискретних та аналогових сигналів від джерел до приймачів, використовують контрольні кабелі типу КВВГЕнг різноманітної жильності та перерізу, в зв'язку з тим, що при реалізації систем ЦПС всі сигнали передаються в цифровому вигляді необхідність в контрольному кабелі практично відсутня. Єдине застосування контрольного кабелю - це підключення дискретних та аналогових сигналів від джерел даних (блок контакти вимикачів та інших КА, струмові та напругові кола) до шаф управління (МУ). Середня довжина кабелю очікується в межах 5 – 10 метрів, тому для розрахунку закладемо вартість контрольного кабелю в межах 100 000 грн з ПДВ.

Для точного прорахунку загальної довжини кабелю необхідна детальна розробка стадії «Р» проекту, що не передбачено цією роботою.

Для розрахунку кількості матеріалів та кабельно-проводникової продукції систем збору та обробки даних потрібно розуміти схему з'єднання обладнання та тип їхнього підключення до системи. Схеми з'єднання та підключення не відрізняються від схем підключення при організації системи АСК ТП для типової підстанції, окрім підключення кожного пристрою одночасно до двох шин (Station Bus та Process Bus)

НУБІП України

НУБІП України

До матеріалів, а також кабельно-проводникової продукції для побудови системи збору даних відносять:

НУБІП України

- птичні кабелі
- птичні патч-корди
- офрована труба
- птичні бокси

НУБІП України

- птичні гільзи
- птичні прохідні адаптери
- птичні пігтейли

Для розрахунку приймемо:

НУБІП України

Вартість кабелю типу 012TEY-13188A2G-MM, OM3, виробництва Corning (12-жильний мультимодовий, гнучкий кабель зовнішньої/внутрішньої прокладки з захистом від механічних пошкоджень) – становить 180 грн з ПДВ/метр

НУБІП України

В зв'язку з тим, що для точного обрахування загальної довжини кабелю, а також його жильності, необхідна детальна розробка стадії «Р» проекту з опрацюванням всієї топології мережі, трас прокладки кабелю і т.д, що не передбачено цією роботою, для розрахунку, закладемо загально довжину кабелю – 8 500 метрів.

Загальна вартість оптичного кабелю в такому випадку буде становити – 1 530 000 грн з ПДВ

Патч-корди для підключення пристроїв захистів, в залежності від довжини та тину, можуть мати вартість від 200 грн з ПДВ за патч-корд 5 метрів до 1 000 грн з ПДВ за 1 патч-корд 50 метрів, для розрахунку та усереднення прийємо довжину одного патч-корду – 15 метрів та вартість – 550 грн з ПДВ, за шт

Ми маємо 89 пристроїв захистів для підключення, що в свою чергу мають по 4 підключення до мережі патчкордом.

Загальна кількість патч-кордів – 356 шт. Загальна довжина патч-кордів – 5 340 м.

Загальна вартість патч-кордів – 195 800 грн з ПДВ

Так, як всі патч-корди мають бути прокладені в захищеному середовищі, використовується гофрована труба діаметром D20, для розрахунку прийємо вартість 1 метру труби – 12,85 грн з ПДВ.

Загальна вартість гофрованої труби – 68 619 грн з ПДВ

Вартість 1-го скомпонованого оптичного боксу (з врахуванням пігтейлів, гільз, прохідних адаптерів), становить – 1500 грн/шт

Загальна кількість оптичних боксів становить орієнтовно – 178 шт

Загальна вартість оптичних боксів – 267 000 грн з ПДВ

Також, для підключення периферійних пристроїв (ШОС, ЩПТ, ЦС, вентиляції, пожежогасіння та інших систем) може використовуватись контрольний та SFTP кабель, але їх вартість не значна та не буде перевищувати 100 000 грн.

Також, в якості монтажних матеріалів може використовуватись додаткові клемники, наконечники, муфти і тд... для розрахунку, прийємо загальну вартість цих не врахованих матеріалів у розмірі – **150 000 грн з ПДВ.**

Загальна вартість монтажних матеріалів та кабельно-провідникової продукції
для організації системи ЦПС орієнтовно становить 2 311 419 грн з ПДВ

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

3.2.5 Розрахунок вартості виконання монтажних робіт систем ЦПС

В об'єм виконання монтажних робіт входить:

монтаж панелей ОПУ та шаф зовнішнього встановлення

вирізання кабельно-проводникової продукції, згідно кабельного журналу

розкладання та розроблення кабельно-проводникової продукції та патчкордів
розтягування патч-кордів в гофровану трубу

розвонка кабельно-проводникової продукції з маркуванням відповідних жил

монтаж та підключення оптичних боксів

розварка оптичних кабелів

підключення кабельно-проводникової продукції

перевірка на цілісність кабельної продукції з видачею відповідних протоколів

перевірка оптичних каналів зв'язку рефлектометром, з видачею відповідних
протоколів

Час виконання монтажних робіт на подібних об'єктах для 4-х кваліфікованих
монтажників та 1-го виконавця робіт, становить від 1,5 до 3-х місяців, з 8-годинним
робочим днем (в залежності від кваліфікації спеціалістів, пори року, погодних умов,
тощо). Для розрахунку прийmemo – 2 робочі місяці, а саме – 42 робочі дні

Комерційна вартість 1 доби (8 робочих годин) 1-го монтажника у відрядженні (з
врахуванням заробітної платні, затрат на відрядження, проживання, транспорту)
становить від 3 000 грн з ПДВ на добу до 4 000 грн з ПДВ на добу (в залежності від
регіону виконання робіт, пори року, погодних умов, тощо), для розрахунку прийmemo
середню вартість – в 3 500 грн на добу

Комерційна вартість 1 доби (8 робочих годин) 1-го виконавця робіт (з врахуванням
заробітної платні, затрат на відрядження, проживання, транспорту) становить від
4 000 грн з ПДВ на добу до 6 000 грн з ПДВ на добу (в залежності від регіону
виконання робіт, пори року, погодних умов, тощо) для розрахунку прийmemo середню
вартість – в 5 000 грн на добу

Загальна вартість виконання монтажних робіт (без врахування вартості оренди машин та механізмів, а також додаткового обладнання) становить - $3500 * 42 * 4 + 5000 * 42 = 798\ 000$ грн з ПДВ

3.2.6 Розрахунок вартості виконання налагоджувальних робіт системи ЦПС

В об'єм виконання налагоджувальних робіт (підготовчі роботи виконуються в офісі) входить:

підготовка конфігурацій пристроїв захисту (в об'ємі захистів та роботи в мережі)

підготовка конфігурацій пристроїв АМУ/ДМУ (в об'ємі захистів та роботи в мережі)

настроювання приладів

настроювання мережевого обладнання та RTU

налаштування мережі

розробка бази даних SCADA системи

розробка кадрів SCADA системи

підготовка відповідних протоколів налагодження (після введення об'єкту в роботу)

В об'єм виконання налагоджувальних робіт (виконуються на об'єкті) входить:

усконаладжувальні роботи пристроїв захисту (запуск, відладка пристроїв, налаштування роботи в мережі)

усконаладжувальні роботи пристроїв АМУ/ДМУ (запуск, відладка пристроїв, налаштування роботи в мережі)

настроювання мережевого обладнання, організація та запуск шин даних

перевірка правильності підключення всіх периферійних сигналів до пристроїв

перевірка взаємодії всіх пристроїв між собою

пуск системи для наладки (підключення всіх пристроїв до мережі та до системи SCADA/RTU)

перевірка справності каналів зв'язку та резервування мережі

перевірка проходження сигналів, з оперуванням всіма комутаційними апаратами та імітацією всіх сигналів

підключення та перевірка проходження всіх периферійних сигналів (дискретні входи/виходи, периферійні пристрої ШОС, КШПТ, пожежна сигналізація, тощо)

проведення комплексних приймально-здавальних випробувань

підготовка до подачі напруги на ПС

наладкування та орієнтування захистів пристроїв РЗА

ведення в роботу системи ЦПС

Бригада наладчиків, для подібного типу об'єктів складається в середньому від 3-х – 6-ти досвідчених, кваліфікованих спеціалістів та 1-го керівника робіт, для розрахунку, приймаємо 5 наладчиків.

Комерційна вартість 1 доби (8 робочих годин) 1-го наладчика та керівника робіт, при роботі в офісі, становить від 3 000 грн з ПДВ на добу до 4 000 грн з ПДВ на добу, для розрахунку приймаємо 3 500 грн з ПДВ на добу.

Комерційна вартість 1 доби (8 робочих годин) 1-го наладчика та керівника робіт, при роботі на об'єкті (з врахуванням заробітної платні, затрат на відрядження, проживання, транспорту і тд...), становить від 5 000 грн з ПДВ на добу до 7 000 грн з ПДВ на добу, для розрахунку приймаємо 6 000 грн з ПДВ на добу.

Час виконання підготовчих робіт орієнтовно становить – 42 робоча доба

Час виконання налагоджувальних робіт на подібних об'єктах для 4-х кваліфікованих наладчиків та 1-го керівника робіт, становить від 2-х до 4-х місяців, з 8-годинним робочим днем. Для розрахунку прийmemo – 3 робочі місяці, а саме – 63 робочі дні

Загальна вартість виконання пусконаладжувальних робіт ЦПС (без врахування вартості оренди машин та механізмів, а також додаткового обладнання) становить - $3500 * 42 * 6 + 6000 * 6 * 63 = 3\,150\,000$ грн з ПДВ

В разі відсутності необхідності в системі SCADA, вартість робіт може бути зменшена, через виведення з бригади 1 особи для роботи в офісі та становитиме орієнтовно - $3500 * 42 * 5 + 6000 * 6 * 63 = 3\,003\,000$ грн з ПДВ

Таблиця 10 - розрахунок вартості системи ЦПС зі SCADA системою

№ п/п	Найменування	Вартість робіт/обладнання (грн з ПДВ)	% від загальної вартості

Україні

Україні

Україні

Україні

Україні

Україні

Україні

НУБІТ

НУБІТ

НУБІТ

НУБІТ

НУБІТ

НУБІТ

НУБІТ

а
н
л
а
л
о
р
ст
л
р
а
в
с
п
п
и
м
е
ст
и
с
в
н
н
ва
л
т
к

НУБІГ

Н
Н
я

України

НУБІГ

с
и
ст
е
м

України

НУБІГ

и
Ц
П
с

України

НУБІГ

В
а
р
ті
ст

України

НУБІГ

ь
м
о
н

України

НУБІГ

та
ж
н
и

України

НУБІГ

х
м
аг
е

України

НУБІГ рі у країни

НУБІГ лі у країни

НУБІГ в у країни

НУБІГ та у країни

НУБІГ к у країни

НУБІГ а у країни

НУБІГ б у країни

НУБІГ е у країни

рі
лі
в
та
к
а
б
е
л
ь
н
о-
п
р
о
ві
д
н
и
к
о
в
ої
п
р
о
д
у

НУБІГ

К
Щі
ї
с

України

НУБІГ

и
ст
е
м

України

НУБІГ

и
Ц
П
с

України

НУБІГ

В
а
р
ті
ст

України

НУБІГ

ь
м
о
н

України

НУБІГ

та
ж
н
и

України

НУБІГ

х
р
о
бі

України

НУБІГ

Т
с
и

України

ст

НУБІГ

е

України

м

и

ц

НУБІГ

с

в

а

р

НУБІГ

ті

ст

ь

п

у

НУБІГ

с

к

о

н

НУБІГ

а

л

а

о

НУБІГ

д

ж

у

України

НУБІГ у країни

ва
л
ь
н
и

НУБІГ у країни

х
р
о

НУБІГ у країни

бі
т
с
и

НУБІГ у країни

ст
е
м
и
ц

НУБІГ у країни

п
с

Всього

НУБІГ у країни

НУБІГ у країни

Таблиця 10 - Розрахунок вартості системи ЦПС без SCADA системи

№ п/п	Найменування	Вартість робіт/обладнання (грн з ПДВ)	% від загальної вартості
	Вартість	України	
	Проект	України	
	Котува	України	
	Ння	України	

НУБІГ

С
И
СТ

України

НУБІГ

М
И
Ц
П

України

НУБІГ

В
А
Р

України

НУБІГ

ТІ
СТ
Ь
О
Б

України

НУБІГ

Л
А
Д
Н

України

НУБІГ

А
Н
Я
С

України

НУБІГ

И
СТ
Е

України

НУБІГ

М
И
Ц
П
С

України

НУБІГ

В
а
р
ті

України

НУБІГ

ст
ь
м
о

України

НУБІГ

н
та
ж
н
и

України

НУБІГ

х
м
ат
е

України

НУБІГ

рі
а
лі
в

України

НУБІГ

та
к
а

України

НУБІГ у країни

НУБІГ у країни

НУБІГ у країни

НУБІГ у країни

НУБІГ у країни

НУБІГ у країни

НУБІГ у країни

б
е
л
ь
н
о
п
р
о
ві
д
н
и
к
о
в
ої
п
р
о
д
у
к
ці
ї
с
и
ст
е

України

України

України

України

України

України

України

НУБІЛ

НУБІЛ

НУБІЛ

НУБІЛ

НУБІЛ

НУБІЛ

НУБІЛ

И
М
е
ст
и
с
т
го
р
х
и
н
ж
та
н
о
м
р
ст
т
р
а
в
с
п
и
м

України

України

України

України

України

України

України

НУБІЛ

НУБІЛ

НУБІЛ

НУБІЛ

НУБІЛ

НУБІЛ

НУБІЛ

НУБІЛ

НУБІЛ

НУБІЛ

НУБІЛ

НУБІЛ

НУБІЛ

НУБІЛ

НУБІП	о бі т с и	УКРАЇНИ	
НУБІП	ст е м и	УКРАЇНИ	
НУБІП	Ц П С	УКРАЇНИ	
Всього			

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

РОЗДІЛ 4. ПОРІВНЯННЯ ВАРТОСТЕЙ РЕАЛІЗАЦІЇ КЛАСИЧНИХ СИСТЕМ РЗА ТА АСК ТП ТА СИСТЕМИ ЦИФРОВОЇ ПІДСТАНЦІ ДЛЯ ТИПОВОЇ ПС 150/35/10 кВ

Для порівнянь вартостей – занесямо данні розрахунків в порівняльну таблицю

Таблиця 11 - Порівняльна таблиця вартостей реалізації класичних систем РЗА і АСК ТП та системи ЦПС для типової ПС 150/35/10 кВ зі SCADA системою

Вартість робіт/обладнання
(грн з ПДВ)

класичної системи

РЗА

АСК ТП

РЗА

НУБІЛ ПІДКРАЇНИ

НУБІЛ ПІДКРАЇНИ

НУБІЛ ПІДКРАЇНИ

НУБІЛ ПІДКРАЇНИ

НУБІЛ ПІДКРАЇНИ

НУБІЛ ПІДКРАЇНИ

НУБІЛ ПІДКРАЇНИ

НУБІП у країни

НУБІП у країни

НУБІП у країни

НУБІП у країни

НУБІП у країни

НУБІП у країни

НУБІП у країни

З таблиці видно, що очікувана вартість виконання налагоджувальних робіт на об'єкті при реалізації системи ЦПС менша за очікувані вартості налагоджувальних робіт по класичних систем РЗА та АСК ТП, це досягається оптимізацією виробничих затрат, загальної кількості спеціалістів в команді та перенесенням великої кількості налагоджувальних робіт в офісні лабораторії.

Також не мало важливим є той факт, що велика частина робіт по реалізації систем виконується на етапі проектування. Часу, в тому числі й спеціалістів на проектування системи ЦПС потребується більше ніж на проектування класичних систем РЗА та АСК ТП, так як система ЦПС складніша та більша ніж класичні системи, що

відображають данні в таблиці, вартість проектування ЦПС на 453-800 грн вища ніж вартості проектування класичних систем АСК ТП та РЗА

Різниця в вартості монтажних матеріалів не суттєва, та на загальну картину вартості реалізації практично не впливає, при реалізації ЦПС ми економимо на використанні

мідного контрольного кабелю, проте мусимо використовувати більше оптичних ліній зв'язку. Для зменшення вартості оптичних каналів зв'язку на великих дистанціях необхідно використовувати багатожильні оптичні кабелі в якості великих транзитних каналів передачі даних, тим самим зменшуючи

загальну довжину кабельних трас, що в свою чергу призведе й до зменшення загальної вартості монтажних матеріалів, також для зменшення вартості може призвести оптимізація в схемах з'єднань оптичних каналів, а також використання більш дешевих матеріалів

Вартість монтажних робіт для реалізації системи ЦПС також менша за вартість реалізації типових систем АСК ТП та РЗА, але також, взагалі практично не впливає на загальну різницю вартостей. Для зменшення вартості монтажних робіт потрібно ще більше оптимізувати кількість монтажних матеріалів та підвищувати кваліфікацію монтажників.

Основною причиною дороговизни реалізації системи ЦПС в порівнянні з класичними системами АСК ТП та РЗА є вартість та кількість обладнання. Так, на відміну від

класичних систем АСК ТП та РЗА, для побудови системи ЦПС ми мусимо використовувати більшу кількість пристроїв захисту (в тому числі пристроїв підключення до мережі). Для зменшення загальної вартості обладнання необхідно оптимізувати та об'єднувати функціонал пристроїв, використовувати пристрої вітчизняного виробництва (на даний момент, сертифікованих пристроїв вироблених в Україні, які здатні повноцінно працювати за стандартом IEC81650 не існує), використовувати пристрої типу SSC600, виробництва компанії АВВ, які дозволяють будувати централізовану систему захисту, де в один фізичний пристрій, який виступає в ролі єдиного пристрою захисту, з логікою прийняття рішень для цілого крила середньої/низької напруги підстанції, до якого підключається весь набір необхідних даних від виконавчих механізмів (в тому числі АМУ/ДМУ).

По розрахункам видно, що загальна вартість реалізації класичних систем РЗА та АСК ТП в порівнянні з реалізацією системи цифрової підстанції значно нижча, різниця складає 15/290 377 грн з ПДВ. Варто відмітити, що ця різниця складає близько 25% вартості реалізації ЦПС, або 33,25 % від вартості реалізації типових систем РЗА та АСК ТП. В зв'язку з обмеженим фінансуванням це і є основною причиною відсутності великої кількості реалізацій цифрових підстанцій на теренах нашої країни.

Також не мало важливим фактом є необхідність мати в наявності системи та обладнання для обслуговування цифрових підстанцій. Загальна вартість такого обладнання та ПЗ, в залежності від функціоналу та наповненості, може сягати до декількох мільйонів гривень, хоча варто відмітити, що це обладнання та ПЗ можна використовувати для обслуговування всіх подібних об'єктів

Проведемо розрахунки для порівняння вартостей реалізації класичних систем РЗА і АСК ТП та системи ЦПС для типової ПС 150/35/10 кВ без SCADA системи

НУБІП України

Таблиця 12 - порівняльна таблиця вартостей реалізації класичних систем РЗА і АСК ТП та системи ЦПС для типової ПС 150/35/10 кВ без SCADA системи

№ п/п Найменування	Вартість робіт/обладнання (грн з ПДВ) класичної системи РЗА АСК ТП	Вартість робіт/обладнання (грн з ПДВ) системи ЦПС	Різниця вартості між реалізацією класичних систем РЗА і АСК ТП та ЦПС
Вартість	РЗА	ЦПС	АСК ТП та ЦПС

НУБІП у країни

НУБІП у країни

НУБІП у країни

НУБІП у країни

НУБІП у країни

НУБІП у країни

НУБІП у країни

Н
Н
я
с
и
с
т
е
м
и
В
а
р
т
і
с
т
ь
О
б
л
а
д
н
а
н
н
я
В
а

НУБІП у країні

НУБІП у країні

НУБІП у країні

НУБІП у країні

НУБІП у країні

НУБІП у країні

НУБІП у країні

Р
Т
і
с
Т
Б
М
о
н
Т
а
ж
н
и
х
М
а
т
е
р
і
а
л
і
в
Т
а
к
а
б
е
л

НУБІП у країни

НУБІП у країни

НУБІП у країни

НУБІП у країни

НУБІП у країни

НУБІП у країни

НУБІП у країни

Ь
Н
о
-
П
Р
о
в
і
д
И
и
к
о
в
о
ї
п
р
о
д
у
к
ц
і
ї
В
а
р
т
і
с

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

Т
Ь
М
О
Н
Т
А
Ж
Н
И
Х
Р
О
Б
І
Г
В
А
Р
Т
І
С
Т
Ь
П
У
С
К
О
Н
А
Л

а	НУБІП	України
г	НУБІП	України
о	НУБІП	України
д	НУБІП	України
-	НУБІП	України
ж	НУБІП	України
у	НУБІП	України
в	НУБІП	України
а	НУБІП	України
л	НУБІП	України
ь	НУБІП	України
н	НУБІП	України
и	НУБІП	України
х	НУБІП	України
р	НУБІП	України
о	НУБІП	України
б	НУБІП	України
і	НУБІП	України
т	НУБІП	України

Загальна вартість

НУБІП України

Провівши аналіз, в загальному ми бачимо, що тенденції розподілення вартостей реалізації окремих зон практично не відрізняються від побудови систем зі SCADA системою, окрім кінцевої вартості, реалізації систем

НУБІП України

НУБІП України

ВИСНОВКИ

В цій магістерській роботі було розглянуте питання проблематики побудови цифрових підстанцій на теренах нашої країни. Розрахунками було підтверджено, що очікувана вартість реалізації системи цифрової підстанції на прикладі однієї й тієї самої, типової підстанції 110/35/10 кВ, є значно дорожчою чим реалізація класичних систем АСК ТП та РЗА. Основною причиною високої вартості реалізації ЦПС є вартість обладнання для її побудови. В теперішніх умовах військового стану, великої кількості пошкодженого або знищеного енергетичного обладнання, обладнання що вже морально застаріло та в якого вийшов термін експлуатації переплачувати близько 33% вартості реалізації є марнотратним і нецільним.

Значно вища вартість реалізації системи ЦПС в порівнянні з типовими системами АСК ТП та РЗА є основною причиною відсутності великої кількості реалізації цифрових підстанцій, для виправлення цієї ситуації є наступні шляхи:

проведення гібридних цифрових підстанцій, де будуть ефективно використані підходи як з типових систем АСК ТП та РЗА так і з системи цифрової підстанції. Це дозволить поступово випрацювати загальні підходи

до побудов комплексних систем цифрових підстанцій, отримати досвід реалізації та обслуговування подібних технологій, підібрати та навчити персонал

розвиток внутрішнього (на території України) виробництва вітчизняних, сертифікованих пристроїв захистів, АМУ/ДМУ, комутаторів,

маршрутизаторів, серверів, годинників точного часу, які можуть повноцінно

працювати за стандартом IEC61850

оптимізація, уніфікація та стандартизація рішень по реалізації цифрових підстанцій

ідбір, аналіз та використання обладнання від різних виробників

використання підходів цифрової підстанції для реалізації на підстанціях з вищим класом напруги 220 – 750 кВ, де обладнання АМУ/ДМУ служить відразу джерелом даних для великої кількості пристроїв

б'єднання функціоналу між декількома пристроями, а також використання централізованих систем захисту, що дозволить зменшити кількість пристроїв в системі ЦПС.

НУБІП України

Цифрові підстанції це майбутнє електроенергетики, актуальність та необхідність в яких, тільки постійно зростає, а затверджена Міненерго стратегія розвитку розумних мереж вселяє оптимізм та віру в те, що в недалекому майбутньому буде побудована не один десяток цифрових підстанцій, де будуть працювати молоді, вискокваліковані, добре оплачуванні фахівці, а енергетика стане престижною та конкурентною сферою на ринку України.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

НУБІП України

СТУ IEC 60870-2-2:2005 Пристрої та системи телемеханіки. Частина 2. Умови експлуатації. Розділ 2. Умови навколишнього середовища (кліматичні, механічні та інші неелектричні чинники) (IEC 60870-2-2:1996, IDT)

НУБІП України

СТУ IEC 60870-4:2005 Пристрої та системи телемеханіки. Частина 4. Вимоги до робочих характеристик (IEC 60870-4:1990, IDT)

СТУ IEC 60870-5-101:2014 Пристрої та системи телемеханіки. Частина 5-101.

НУБІП України

Протоколи передавання. Додатковий стандарт щодо основних завдань

СТУ IEC 60870-5-104 Пристрої та системи телемеханіки. Частина 5-104.

Протоколи передавання. Доступ до мережі згідно з IEC 60870-5-101 із використанням стандартних профілів передавання даних (IEC 60870-5-

НУБІП України

СТУ IEC/TR 61850-1:2013 Комунікаційні мережі та системи на підстанціях. Частина 1. Вступ і огляд (IEC/TR 61850-1:2003, IDT)

СТУ IEC/TS 61850-2:2013 Комунікаційні мережі та системи на підстанціях.

НУБІП України

Частина 2. Словник термінів (IEC/TS 61850-2:2003, IDT)

СТУ IEC 61850-3:2013 Комунікаційні мережі та системи на підстанціях.

Частина 3. Загальні технічні вимоги (IEC 61850-3:2002, IDT)

СТУ IEC 61850-4:2013 Комунікаційні мережі та системи на підстанціях.

Частина 4. Керування системою і проектуванням (IEC 61850-4:2002, IDT)

НУБІП України

СТУ IEC 61850-5:2014 Комунікаційні мережі та системи на підстанціях.

Частина 5. Технічні вимоги до функцій і моделей приладів (IEC 61850-5:2003,

СТУ IEC 61850-6:2014 Комунікаційні мережі та системи для автоматизації

НУБІП України

електроенергетичних підприємств. Частина 6. Мова опису конфігурації для комунікації інтелектуальних електронних пристроїв на електричних підстанціях (IEC 61850-6:2009, IDT)

СТУ IEC 61850-7-1:2014 Комунаційні мережі та системи для автоматизації електроенергетичних підприємств. Частина 7-1. Базова комунаційна структура. Принципи та моделі (IEC 61850-7-1:2011, IDT)

СТУ IEC 61850-7-2:2014 Комунаційні мережі та системи для автоматизації електроенергетичних підприємств. Частина 7-2. Базова інформаційна та комунаційна структура. Абстрактний інтерфейс комунаційного сервісу (ACSI) (IEC 61850-7-2:2010, IDT)

СТУ IEC 61850-7-3:2014 Комунаційні мережі та системи для автоматизації електроенергетичних підприємств. Частина 7-3. Базова комунаційна

СТУ IEC 61850-7-4:2014 Комунаційні мережі та системи для автоматизації електроенергетичних підприємств. Частина 7-4. Базова комунаційна структура. Сумісні класи логічних вузлів та класи даних (IEC 61850-7-4:2010,

СТУ EN 61850-7-410:2016 Комунаційні мережі та системи для автоматизації електроенергетичних підприємств. Частина 7-410. Базова комунаційна структура. Гідроелектростанції. Комунації для моніторингу та керування (EN 61850-7-410:2013, IDT)

СТУ IEC 61850-7-420:2014 Комунаційні мережі та системи для автоматизації електроенергетичних підприємств. Частина 7-420. Базова комунаційна структура. Логічні вузли розподілених енергетичних ресурсів (IEC 61850-7-

СТУ IEC/TR 61850-7-510:2016 Комунаційні мережі та системи для автоматизації електроенергетичних підприємств. Частина 7-510. Базова комунаційна структура. Гідроелектростанції. Концепція моделювання та настанови (IEC/TR 61850-7-510:2012, IDT)

СТУ IEC/TS 61850-80-1:2014 Комунаційні мережі та системи для автоматизації електроенергетичних підприємств. Частина 80-1. Постанова щодо обміну інформацією від моделі бази даних CDC, використовуючи IEC 60870-5-101 або IEC 60870-5-104 (IEC/TS 61850-80-1:2008, IDT)

СТУ IEC TR 61850-80-3:2018 Комунікаційні мережі та системи для автоматизації електроенергетичних підприємств. Частина 80-3. Відображення у вебпротоколи. Вимоги та технічні рішення (IEC TR 61850-80-3:2015, IDT)

СТУ IEC TS 61850-80-4:2018 Комунікаційні мережі та системи для автоматизації електроенергетичних підприємств. Частина 80-4. Перехід від об'єктної моделі COSEM (IEC 62056) до моделі даних IEC 61850 (IEC TS 61850-

СТУ IEC 61850-8-1:2014 Комунікаційні мережі та системи для автоматизації електроенергетичних підприємств. Частина 8-1. Визначене відображення

комунікаційних сервісів. Відображення відповідно до специфікації виробничих повідомлень (ISO 9506-1 і ISO 9506-2) та ISO/IEC 8802-3 (IEC 61850-8-1:2011,

СТУ IEC 61850-9-2:2014 Комунікаційні мережі та системи на підстанціях.

Частина 9-2. Визначене відображення комунікаційних сервісів (SCSM).

Вибіркові значення згідно з ISO/IEC 8802-3 (IEC 61850-9-2:2011, IDT)

СТУ IEC/IEEE 61850-9-3:2018 Комунікаційні мережі та системи для автоматизації електроенергетичних підприємств. Частина 9-3. Профіль

протоколу точного часу для автоматизації енергосистем (IEC/IEEE 61850-9-

СТУ IEC/TR 61850-90-1:2013 Комунікаційні мережі та системи для автоматизації електроенергетичних підприємств. Частина 90-1. Використання

IEC 61850 для комунікації між підстанціями (IEC/TR 61850-90-1:2010, IDT)

СТУ IEC TR 61850-90-2:2018 Комунікаційні мережі та системи для автоматизації електроенергетичних підприємств. Частина 90-2.

Використовування протоколу IEC 61850 для комунікації між підстанціями та центрами керування (IEC TR 61850-90-2:2016, IDT)

СТУ IEC TR 61850-90-3:2018 Комунікаційні мережі та системи для автоматизації електроенергетичних підприємств. Частина 90-3.

Використовування протоколу IEC 61850 для моніторингу стану, діагностування та аналізування (IEC TR 61850-90-3:2016, IDT)

СТУ IEC/TR 61850-90-4:2016 Комунікаційні мережі та системи для автоматизації електроенергетичних підприємств. Частина 90-4. Настанови щодо мережних технологій (IEC/TR 61850-90-4:2013, IOT)

СТУ IEC/TR 61850-90-5:2014 Комунікаційні мережі та системи для автоматизації електроенергетичних підприємств. Частина 90-5. Застосування IEC 61850 для передавання синхронізованої інформації відповідно до IEEE C 37.118 (IEC/TR 61850-90-5:2012, IDT)

СТУ IEC TR 61850-90-12:2018 Комунікаційні мережі та системи для автоматизації електроенергетичних підприємств. Частина 90-12. Настанови щодо розроблення глобальної мережі (WAN) (IEC TR 61850-90-12:2015, IDT)

СТУ IEC 61850-10:2014 Комунікаційні мережі та системи на підстанціях. Частина 10. Випробовування на сумісність (IEC 61850-10:2005, IDT)

е

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України