

Міністерство освіти і науки України

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії

(назва факультету)

Кафедра електричної інженерії

(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр

(освітній ступінь (освітньо-кваліфікаційний рівень))

на тему: **Розробка лабораторного практикуму «Робочий стіл диспетчера»
на базі однойменного модуля КП АСТОР для ведення
оперативно-технічної документації**

Виконав: студент 4 курсу, групи ЕТ-42
спеціальності 141

електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
(шифр і назва спеціальності)

Якимчук С. В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник Оробчук Б. Я.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Нормоконтроль Коваль В. П.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри Коваль В. П.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Рецензент Пісьціо В. П.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії
(повна назва факультету)

Кафедра Електричної інженерії
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Коваль В. П.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

«27» січня 2025 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня бакалавр

(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 141 – електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

(шифр і назва спеціальності)

студенту Якимчук Сніжані Василівні

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Розробка лабораторного практикуму «Робочий стіл диспетчера» на базі одного-менного модуля КІП АСТОР для ведення оперативно-технічної документації

Керівник роботи: Оробчук Богдан Ярославович, к.т.н, доцент

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від « 24 » січня 2025 року № 4/7-51

2. Термін подання студентом завершеної роботи: червень 2025 року

3. Вихідні дані до роботи: Схеми диспетчерського управління електромережами ОРС, характеристики комп'ютерної програми АСТОР та SCADA-систем, нормативна документація з ведення оперативно-технічної документації

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

Вступ

1. Аналітичний розділ

2. Проектно-конструкторський розділ

3. Розрахунковий розділ

4. Безпека життєдіяльності та основи охорони праці

Загальні висновки

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

1. Структурна схема об'єднаної енергетичної системи України та диспетчерського управління

2. Функціональна схема модуля "Робочий стіл диспетчера" комп'ютерної програми АСТОР

3. Схема процесу розслідування технологічних порушень в електромережах

4. Інтерфейс користувача системи АСТОР з відображенням основних модулів

5. Форми звітної документації та розрахунок показників надійності електропостачання

6. Алгоритм обробки заявок на вивід обладнання в ремонт

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Безпека життєдіяльності та основи хорони праці	Гурик О. Я., к.т.н., доцент		

7. Дата видачі завдання 10 квітня 2025 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	15.02.2025	
2	Аналітичний розділ	28.02.2025	
3	Розрахунковий розділ	31.03.2025	
4	Проектно-конструкторський розділ	30.04.2025	
5	Безпека життєдіяльності та основи охорони праці	01.06.2025	
6	Висновки	10.06.2025	
7	Оформлення пояснювальної записки	15.06.2025	
8	Оформлення графічної частини	15.06.2025	

Студент

(підпис)

Якимчук С. В.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Оробчук Б. Я.

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Якимчук Сніжана Василівна. Розробка лабораторного практикуму «Робочий стіл диспетчера» на базі однойменного модуля КП АСТОР для ведення оперативно-технічної документації.

Стор.– 114; рис. - 38; табл. - 15; плакатів - 6; джерел - 25; додатків - 6.

Метою кваліфікаційної роботи є розробка лабораторного практикуму «Робочий стіл диспетчера» на базі модуля КП АСТОР з метою підготовки кваліфікованих кадрів для оперативно-диспетчерських служб операторів систем розподілу електроенергії у сфері ведення оперативно-технічної документації.

В першому розділі здійснено аналітичний огляд об'єднаної енергетичної системи України, проаналізовано специфіку роботи диспетчерських служб та сучасні автоматизовані системи управління в електроенергетиці.

В другому розділі виконано розробку лабораторного практикуму для роботи з модулем "Робочий стіл диспетчера", створено детальні методичні вказівки з ведення оперативно-технічної документації та формування звітності в системі АСТОР.

В третьому розділі виконано розрахунок показників надійності електропостачання для технологічних порушень в електромережах Тернопільської області та проведено економічний аналіз втрат від аварійних відключень.

В останньому розділі розглянуто питання охорони праці та безпеки життєдіяльності при проведенні лабораторних занять з використанням комп'ютерної програми АСТОР та комп'ютерного обладнання.

Ключові слова: ДИСПЕТЧЕРСЬКЕ УПРАВЛІННЯ, ОСР, ОПЕРАТИВНО-ТЕХНІЧНА ДОКУМЕНТАЦІЯ, ЕЛЕКТРОМЕРЕЖІ, АСТОР, ТЕХНОЛОГІЧНІ ПОРУШЕННЯ, ЛАБОРАТОРНИЙ ПРАКТИКУМ, АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА.

ЗМІСТ

ВСТУП	7
1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ	9
1.1 Характеристика об'єднаної енергетичної системи України	9
1.2 Диспетчерське управління енергосистемою	11
1.3 Важливість автоматизованих систем управління для ОДС	14
1.4 Висновок до розділу	21
2 ПРОЄКТНО-КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	22
2.1 Система диспетчерського управління енергосистемою області	22
2.2 Технологічні порушення в електромережах	25
2.3 Заявки на вивід обладнання в ремонт	29
2.4 Реалізація оперативно-технічної документації в ПК «АСТОР»	30
2.5 Висновки до розділу	53
3 РОЗРАХУНКОВИЙ РОЗДІЛ	55
3.1 Методика розслідування технологічних порушень в електромережах ОСР	55
3.2 Розрахункові методи визначення недовідпуску електричної енергії	55
3.3 Аналіз технологічного порушення	57
3.4 Статистичний аналіз розподілу навантажень і відключень	59
3.5 Розрахунок показників надійності електропостачання	60
3.6 Економічний аналіз технологічного порушення	61
3.7 Розрахунки електричних режимів та аналіз аварійних ситуацій	62
3.8 Розрахунок параметрів електричної мережі	63
3.9 Розрахунок нормального режиму роботи енерговузла	64
3.10 Моделювання аварійної ситуації	65
3.11 Розрахунок режиму з використанням резервної лінії 35 кВ	67
3.12 Аналіз якості електроенергії	68
3.13 Алгоритм оперативних перемикачів	69
3.14 Висновки до розділу	69
4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ТА ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ	71

4.1 Заходи щодо забезпечення безпеки при проведенні лабораторних робіт	71
4.2 Розрахунок захисного заземлення для навчальної лабораторії	72
4.3 Заходи безпеки життєдіяльності при проведенні лабораторних занять	75
4.4 Ергономічні вимоги до організації навчальних робочих місць	76
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	78
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	80
ДОДАТОК 1	83
ДОДАТОК 2	84
ДОДАТОК 3	87
ДОДАТОК 4	88
ДОДАТОК 5	97
ДОДАТОК 6	109

ВСТУП

В умовах сучасного розвитку енергетичної галузі України та її поступової інтеграції до європейського енергетичного ринку підвищуються вимоги до кваліфікації персоналу оперативно-диспетчерських служб операторів систем розподілу електроенергії. Стрімкий технологічний прогрес та впровадження цифрових технологій в енергетиці вимагають від майбутніх фахівців глибокого розуміння принципів роботи автоматизованих систем керування та навичок для експлуатації сучасного програмного забезпечення.

Основним завданням сучасної електроенергетики стає забезпечення надійного, безперебійного та якісного електропостачання споживачів в умовах підвищених ризиків, пов'язаних з воєнним станом та необхідністю швидкого відновлення пошкодженої інфраструктури. Це вимагає від диспетчерського персоналу високого рівня професійної підготовки та вміння швидко приймати оптимальні рішення в критичних ситуаціях.

Розвиток автоматизованих систем управління створив нові можливості для ефективного контролю за роботою електромереж та ведення оперативно-технічної документації. Програмні комплекси типу АСТОР дозволяють автоматизувати процеси моніторингу технологічних порушень, формування звітності та управління ремонтними роботами, що значно підвищує ефективність роботи диспетчерських служб.

Сучасні диспетчерські центри операторів систем розподілу базуються на інтеграції SCADA-систем з програмними комплексами для ведення оперативної документації. Модуль "Робочий стіл диспетчера" в системі АСТОР є ключовим інструментом для забезпечення координованої роботи всіх підрозділів енергопідприємства та ведення електронного документообігу.

Навчання студентів роботі з реальними виробничими системами є важливою складовою підготовки кваліфікованих кадрів для енергетичної галузі. Створення навчально-методичного забезпечення на базі діючих програмних комплексів дозволяє забезпечити якісну професійну підготовку майбутніх фахівців електроенергетики.

Об'єктом дослідження є процеси оперативно-диспетчерського управління електромережами операторів систем розподілу з використанням автоматизованих систем ведення оперативно-технічної документації.

Метою кваліфікаційної роботи є розробка навчально-методичного забезпечення для модуля "Робочий стіл диспетчера" КП АСТОР з метою підготовки кваліфікованих кадрів для оперативно-диспетчерських служб операторів систем розподілу електроенергії.

У результаті виконання кваліфікаційної роботи було здійснено вирішення наступних завдань:

- проведено аналіз структури об'єднаної енергетичної системи України та специфіки роботи оперативно-диспетчерських служб;
- досліджено сучасні автоматизовані системи управління в електроенергетиці та їх інтеграцію з SCADA-системами;
- проаналізовано класифікацію технологічних порушень в електромережах та методи їх обліку і розслідування;
- розроблено детальні інструкції з роботи в модулі "Робочий стіл диспетчера" програмного комплексу АСТОР;
- створено практичні завдання для лабораторного практикуму з використанням реальних виробничих даних;
- проведено розрахунки показників надійності електропостачання та економічного аналізу технологічних порушень;
- розроблено методику формування звітної документації в автоматизованому режимі.

Тема кваліфікаційної роботи " Розробка лабораторного практикуму «Робочий стіл диспетчера» на базі однойменного модуля КП АСТОР для ведення оперативно-технічної документації" відповідає сучасним потребам енергетичної галузі України та є актуальною для підготовки висококваліфікованих кадрів у сфері оперативно-диспетчерського управління електромережами.

1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Характеристика об'єднаної енергетичної системи України

Структурною основою електроенергетики України виступає об'єднана електроенергетична система (ОЕС), яка реалізує централізоване енергопостачання національних споживачів та функціонує у взаємодії з енергосистемами сусідніх держав для здійснення міждержавної торгівлі електроенергією (рис.1.1).



Рисунок 1.1 – Магістральні електричні мережі ОЕС України

Енергосистема є досить складним комплексом електростанцій, електро та тепломереж, які взаємопов'язані та функціонують у єдиному режимі для безперервного виробництва, перетворення й розподілу електроенергії та тепла під централізованим управлінням цього процесу [1]. (рис.1.2)

Відповідно до Закону України "Про електроенергетику", одним із ключових напрямків державної політики в електроенергетиці є збереження цілісності та забезпечення надійної і ефективної роботи ОЕС України, а також її централізованого диспетчерського (оперативно-технологічного) управління. Виконання цих завдань в Україні покладено на державне підприємство НЕК "Укренерго".



Рисунок 1.2. – структурна схема ОЕС України

В електроенергетиці України функціонує єдина централізована диспетчерська система, яка забезпечує оперативно-технологічне управління процесами постачання, виробництва та передавання електроенергії. Функції управління об'єднаною енергетичною системою України виконує державне підприємство, визначене центральним органом виконавчої влади, що відповідає за управління в електроенергетичному секторі. Ця система охоплює суб'єкти підприємницької діяльності, об'єкти яких підключені до ОЕС України.

Об'єднана енергетична система функціонує синхронно з енергосистемами сусідніх країн. Крім того, через так званий "Бурштинський енергетичний острів" вона з'єднана з енергосистемами багатьох країн Європи - Польщі, Словаччини, Угорщини та Румунії. Це забезпечує можливість як імпорту, так і експорту електроенергії в обох напрямках - як на Схід, так і на Захід.

Основу системи (ОЕС) утворюють вісім електроенергетичних систем, які реалізують виконання виробничих завдань компанії на відповідних територіях. Організаційна структура даних підсистем містить 32 структурні одиниці, що забезпечують експлуатаційне обслуговування магістральних та міжнаціональних електромереж у місцях їх географічного розташування. Під

управлінням НЕК «Укренерго» перебувають мережі з класом напруги 220-750 кВ.

Однією з восьми систем є Південно-Західна енергосистема (ПЗЕС), до якої входить чотири області, а саме: Тернопільська, Чернівецька, Вінницька та Хмельницька. Всі оператори систем розподілу (ОСР), які знаходяться в межах даного «енерговузла» обслуговують мережі з класом напруги 0,23-110 кВ, мають власні центральні (обласні) диспетчерські групи, та районні. Мережі та підстанції 35-110 кВ перебувають під управлінням обласних оперативно-диспетчерських груп (ОДГ), місцеві (районні) мережі 0,23-10 кВ – районних ОДГ. Основою надійної роботи енергосистеми області є схема нормального режиму, за допомогою якої диспетчер оперує процесами, перетоками потужності в електромережах різних класів напруг.(рис.1.3.)

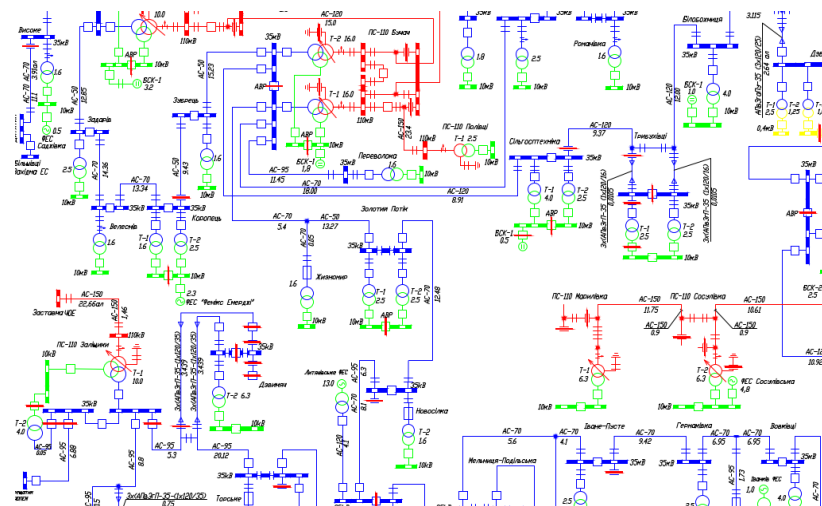


Рисунок 1.3. – Фрагмент схеми нормального режиму області

1.2 Диспетчерське управління енергосистемою

Усі оперативні команди та розпорядження державного підприємства, яке здійснює диспетчерське (оперативно-технологічне) управління відповідно до законодавства України, мають обов'язково виконуватись усіма суб'єктами підприємницької діяльності, чий об'єкти електроенергетики підключені до об'єднаної енергетичної системи України. Втручання у процес диспетчерського управління з боку державних органів, політичних партій, рухів чи інших

громадських організацій забороняється, за винятком випадків, передбачених законодавством України [2].

Оперативно-диспетчерське управління в об'єднаній енергосистемі (ОЕС) України має здійснюватися через диспетчерські пункти та щити управління, обладнані засобами диспетчерського й технологічного управління, системами контролю та запису оперативних переговорів, а також необхідною оперативною документацією. На диспетчерських пунктах і щитах повинні бути розміщені затверджені у встановленому порядку переліки видів оперативної документації.

Важливу роль в сучасній електроенергетиці відіграє оперативність команд диспетчера, архівування оперативних переговорів, чітке ведення оперативно-технічної документації. Для збирання та ведення оперативної та оперативно-технічної документації оператори систем розподілу (ОСР) використовують багато різних звітів, форм, затверджених законодавчими органами України [3]. Проте, ведення їх у ручному режимі, у паперовому варіанті займає багато дорогоцінного часу працівників оперативно-диспетчерських служб, особливо у важких реаліях сьогодення для нашої енергетики.

У сучасних умовах діяльності організацій значно зростають вимоги до оперативності доставки та швидкості обробки інформації. У зв'язку з цим створюються багаторівневі розподілені автоматизовані системи управління (АСУ). Прикладами таких систем є автоматизовані системи, спеціально розроблені для операторів систем розподілу (ОСР), які забезпечуються електронними базами та банками даних, враховуючи організаційну, функціональну та інформаційну структури об'єкта. Для їх реалізації використовуються засоби та системи розподіленої обробки інформації, побудовані на базі локальних автоматизованих робочих місць, об'єднаних каналами зв'язку.

Оперативно-диспетчерська служба (ОДС) ОСР є ключовою структурною одиницею, що забезпечує надійне, безперебійне та безпечне функціонування електричних мереж на рівні розподілу електроенергії. Її основне завдання -

оперативне управління процесами передачі та розподілу електроенергії до кінцевих споживачів.

До основних функцій оперативно-диспетчерської служби ОСР можна віднести:

- **моніторинг стану електромереж:** в режимі реального часу ОДС здійснює контроль за роботою обладнання, рівнями напруги, струмів, потужностей тощо;

- **управління перетоками електроенергії:** диспетчери ОДС координують роботу мережі, перерозподіляючи потоки електроенергії в разі зміни навантаження або аварійних ситуацій;

- **оперативне реагування на аварії:** у разі виникнення аварій чи відключень ОДС негайно організовує роботи з локалізації проблеми та відновлення енергопостачання.

- **координація ремонтних робіт:** ОДС відповідає за планування та супровід ремонтів, перемикачів і випробувань обладнання, забезпечуючи мінімальний термін вимкнення споживачів.

- **інформаційний обмін:** забезпечує передачу інформації вищим диспетчерським службам (наприклад, "Укренерго") та інформує споживачів про відключення або зміни в графіках енергопостачання.

ОДС є невід'ємною складовою сучасної енергетичної системи, яка підтримує стабільну роботу інфраструктури та підвищує якість обслуговування споживачів. Районні диспетчерські служби підпорядковуються обласним, відіграють ключову роль у забезпеченні безперебійного електропостачання на найнижчому рівні електропередачі (0,4-10 кВ) для підприємств, соціальних об'єктів та населення. Їхня робота безпосередньо впливає на якість і надійність електропостачання в регіонах. Основними інструментами, засобами та технологіями, які необхідні для надійного функціонування ОДС є:

- **SCADA-системи, АСУ** - для дистанційного керування мережами, збирання та обробки звітної оперативної документації;

- **Оперативний зв'язок** - (радіо, телефон) для координації бригад;

- **Системи автоматизованого обліку енергії (АСОЕ)** - для аналізу споживання та виявлення втрат;
- **Графіки перемикачів та інструкції** - регламентовані документи для виконання технологічних операцій.

1.3 Важливість автоматизованих систем управління для ОДС

Автоматизовані системи управління (АСУ) набувають дедалі більшого значення в оперативно-диспетчерському управлінні енергосистемами. Вони сприяють підвищенню надійності, ефективності та безпеки енергопостачання, забезпечуючи сучасний рівень контролю та управління енергетичними процесами. АСУ в оперативно-диспетчерському управлінні можна поділити на дві основні ланки:

- для безпосереднього управління енергосистемою;
- для збирання, обробки даних, на основі чого формується звітна та оперативно-технічна документація.

В українській енергетиці використовується багато автоматизованих систем диспетчерського управління та збору даних. До основних (найбільш поширених в ОСП) можна віднести наступні:

- ЕНЕРГІЯ КБ «СТРІЛА»;
- SYNDIS;
- EcoStruxure™ Geo SCADA Expert (раніше відома як ClearSCADA);
- SCADA zenon;
- Power Factor.
- АСТОР;

Наведемо короткі характеристики систем, які використовуються в енергосистемі нашої області.

ЕНЕРГІЯ КБ «СТРІЛА» являє собою апаратно-програмну SCADA-систему, розроблену в Україні конструкторським б'юром «СТРІЛА». Система спеціалізується на автоматизації процесів в енергетичній галузі. Вона забезпечує моніторинг та управління енергетичним обладнанням, включаючи

генерацію, передачу та розподіл електроенергії. До основних характеристик даної системи можна віднести:

- Масштабованість та гнучкість;
- Підтримка різних протоколів зв'язку;
- Розширені функції візуалізації та аналізу даних;
- Висока надійність та безпека;
- Простота монтажу та впровадження;
- Можливість синхронізації з іншими системами та продуктами як на програмному, так і на апаратному рівні.

Дана SCADA-система характеризується легкістю у використанні, високою надійністю та здатністю адаптуватися до особливостей української енергетичної системи (рис.1.4).

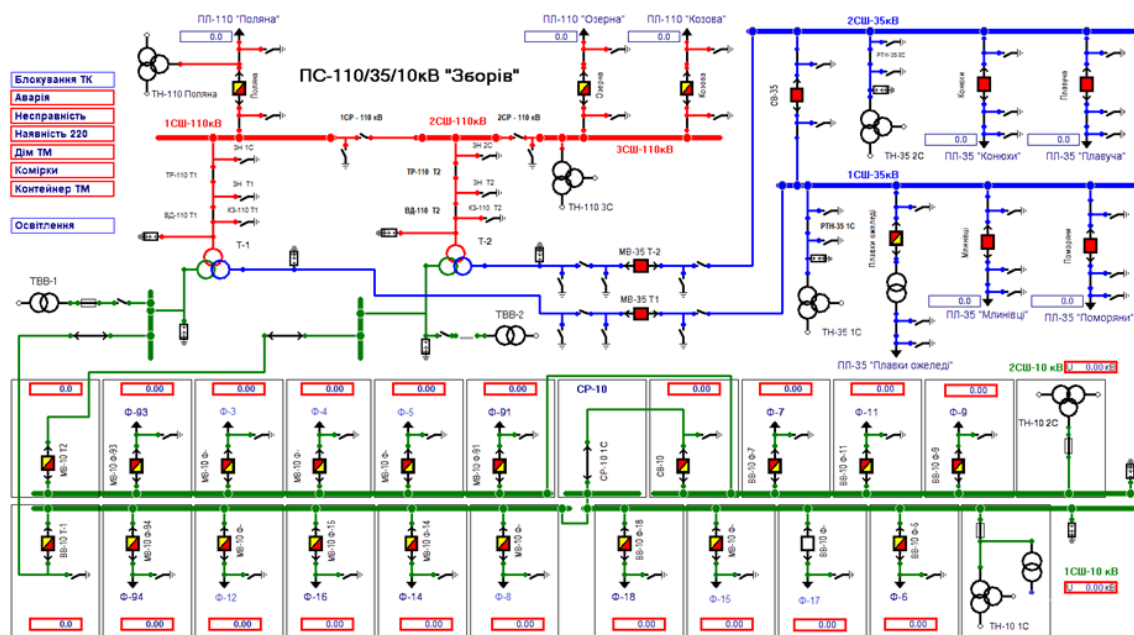


Рисунок 1.4. – Робочий інтерфейс SCADA-системи ЕНЕРГІЯ

SYNDIS - одна з поширених в Україні SCADA систем, яка використовується в різних галузях промисловості, включаючи енергетику, металургію та інші. Вона забезпечує збір, обробку та відображення даних про технологічні процеси, а також дозволяє операторам здійснювати управління цими процесами. В загальному, SYNDIS (Mikronika) є потужною та адаптованою системою для контролю, консалтингу та управління, яка

розроблена польською компанією Mikronika[4]. Активно застосовується для моніторингу та управління електричними мережами, а також іншими промисловими процесами. Сучасна система для контролю, управління планування промислових процесів та операцій. Вона активно використовується для координації дій дистриб'юторів і служб безпеки, зокрема в енергетичній галузі, а також для моніторингу технологічних процесів у промисловій автоматизації.

Основними функціями SYNDIS, які безпосередньо використовуються в оперативно-диспетчерському управлінні є:

- можливість управління ресурсами та оперативного планування;
- інструменти для прогнозування потреб, планування витрат та розрахунку режимів роботи електромереж.

Перевагою даного продукту, як і вище згаданого «ЕНЕРГІЯ» є можливість синхронізовуватися з іншими подібними системами як на апаратному так і на програмному рівнях. Яскравим прикладом є система телеуправління мережами АТ «ТЕРНОПІЛЬОБЛЕНЕРГО», де використано програмне забезпечення SYNDIS, проте вся апаратна частина є продуктом КБ «СТРІЛА». Система SYNDIS працює в архітектурі клієнт-сервер. Ключовою особливістю цього рішення є відокремлення процесу реального часу від процесів візуалізації та обробки даних (рис.1.5).

Сервер збирає інформацію від польових і станційних контролерів, захисних пристроїв, реєстраторів та вимірювальних перетворювачів. Зібрана інформація зберігається в базах даних і надається користувачам через термінали, підключені мережі Інтернет. Водночас робота системи підтримується спеціалізованими процесними серверами з експертною базою знань, які виконують широкий спектр функцій: статистичний аналіз, архівування, порівняння та аналіз даних. Графічний інтерфейс користувача використовується для візуалізації стану пристроїв, елементів та динамічно змінюваних процесів. Через цей інтерфейс безпосередньо за участю диспетчерів виконуються системні операції.

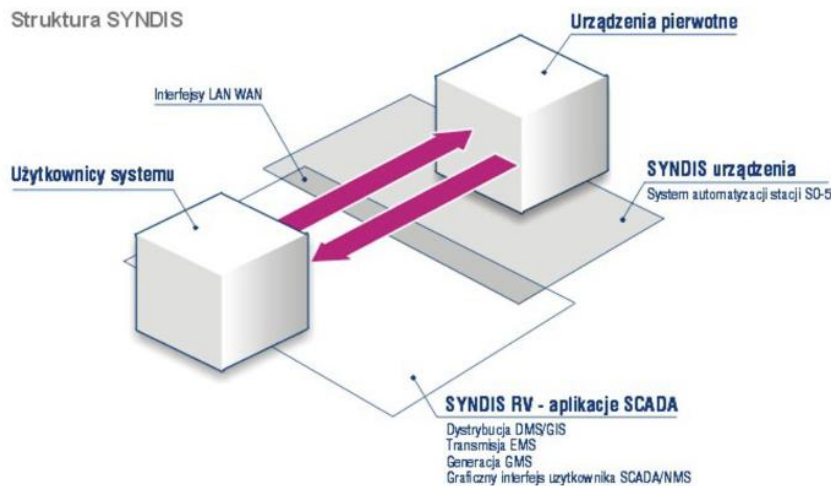


Рисунок 1.5. – Архітектура SYNDIS

Програмний комплекс «АСТОР» (ПК «АСТОР) є сучасним вітчизняним прикладним програмним забезпеченням, розробленим для оптимізації експлуатації електромереж енергопостачальних компаній шляхом автоматизації технічного обслуговування та ремонтних процесів і режимів [5]. Даний продукт являє собою потужний інструмент для керування електромережами, оптимізації витрат і забезпечення надійної роботи обладнання, а також містить широкий функціонал, необхідний для стабільного та безпечного функціонування енергосистеми. Основу функціонування слугують три ключові складові:

- диспетчерська назва об'єкта (далі - ДНО);
- схема відповідного об'єкта (ДНО);
- дерево ДНО.

Програмний комплекс нараховує багато модулів, призначених практично для всіх напрямів діяльності ОСР.

Ключовим модулем даного програмного забезпечення для роботи з оперативно-технічною документацією в диспетчерських групах є модуль «Робочий стіл диспетчера», який включає в себе додаткові підмодулі такі, як: «Заявки на вивід обладнання в ремонт», «Журнал технологічних порушень»,

«Наряди та розпорядження», та ін., які необхідні для нормального функціонування оперативно-диспетчерської роботи ОСР (рис. 1.6).



Рисунок 1.6 – Головне меню ПК АСТОР; підмодулі «Робочого столу диспетчера»

Диспетчерська назва об'єкта (ДНО) в енергетиці є унікальним або стандартним найменуванням, яке використовується операторами диспетчерських служб для ідентифікації певного енергетичного об'єкта (наприклад, підстанції, електростанції, лінії електропередачі, розподільного пункту тощо). Для прикладу приведемо ДНО однієї із повітряних ліній 0,4 кВ міста Тернополя: «ПЛ-0,4 кВ від ЗТП-400385 Л-49 вул.Шептицького», де:

- ПЛ-0,4 кВ – клас напруги;
- ЗТП-400385 – живляча трансформаторна підстанція;
- Л-49 – номер фідера;
- Вул.Шептицького – назва вулиці (додаткові дані, додаються переважно у великих містах для спрощення роботи диспетчерів).

Однолінійна схема об'єкта ОСР є спрощеним графічним зображенням електричних з'єднань та основного обладнання (генераторів, трансформаторів, вимикачів, шин, ліній електропередачі тощо) на енергетичному об'єкті [6]. Характерними особливостями однолінійних схем є:

- спрощене позначення, яке дозволяє зобразити всі три фази електромережі однією лінією, що в свою чергу спрощує читання та аналіз;

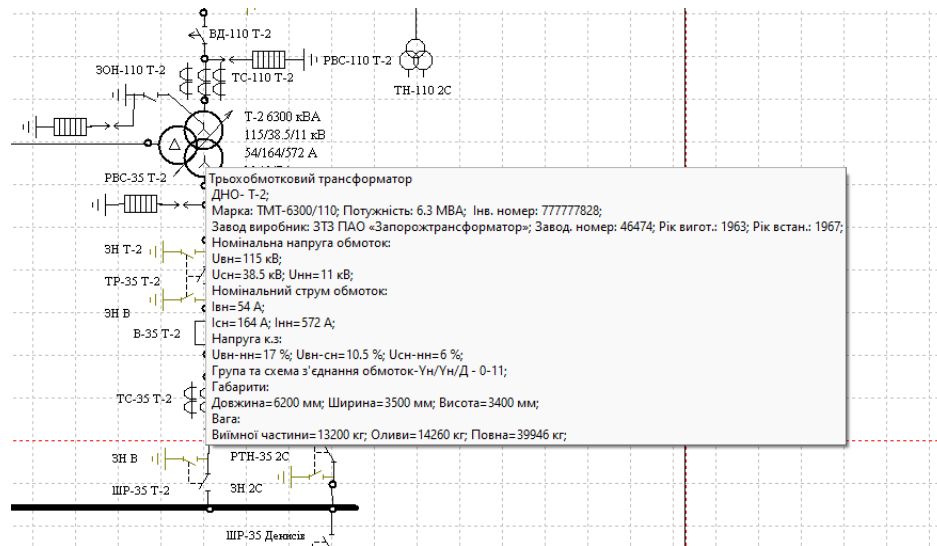


Рисунок 1.8. – Параметри елемента однолінійної схеми в ПК АСТОР

Ще одним важливим фактором для надійної роботи диспетчерської служби є дерево живлення, або дерево ДНО. Дерево живлення електромережі є схемою передачі та розподілу електроенергії від високовольтних ліній до кінцевого споживача. Таким чином підстанція 110 кВ виступає материнським елементом, лінія 10 кВ, підходяща від неї – дочірним:

- ПС-110/35/10 кВ знижує напругу з 110 кВ до 35,10 кВ;
- ПЛ-10 кВ передає 10 кВ до трансформаторних підстанцій 10/0,4 кВ;
- ТП-10/0,4 кВ знижує напругу з 10 кВ до 0,4 кВ, у випадку РП-10 кВ, лінія розділяється на декілька ПЛ-10 кВ;
- ПЛ-0,4 кВ розподіляє електроенергію до кінцевих споживачів.

Приклад дерева живлення ДНО в ПК АСТОР наведено на рис. 1.9.

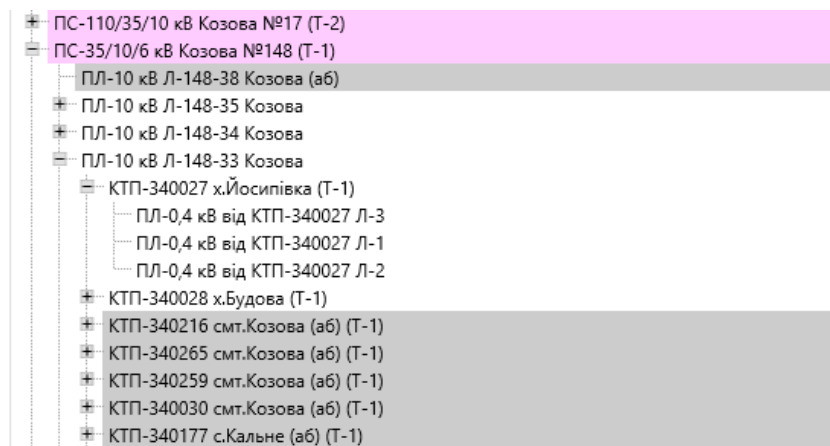


Рис.1.9. – Фрагмент дерева живлення ДНО в ПК АСТОР

1.4 Висновок до розділу

В результаті проведених аналітичних оглядів, опрацьовано два важливі напрямки, які безпосередньо відносяться до теми даної кваліфікаційної роботи. Основою для роботи любого напрямку діяльності як ОСР, так і інших підприємств є нормативно-технічна документація та різного роду інструкції, затверджені відповідними державними органами влади. В даному розділі коротко розглянуто характеристику ОЕС України, структурні схеми розподілу електроенергії від виробництва до кінцевого споживання та найголовніше - специфіку роботи оперативно-диспетчерських служб.

Важливим чинником для сучасної енергетики є впровадження автоматизованих систем для управління, моніторингу роботи, збирання даних, тощо. Розглянуто та опрацьовано основні автоматизовані системи, які безпосередньо задіяні в енергосистемі нашої області. Оскільки дана кваліфікаційна робота є продовженням розробки навчально-методичного забезпечення по програмному комплексу АСТОР, а саме по одному з важливих модулів «Робочий стіл диспетчера», було проведено узагальнений аналіз всіх необхідних факторів для надійної його роботи. Завдяки можливостям даного модуля, діяльність оперативно-диспетчерського персоналу стає значно ефективнішою: скорочується обсяг паперової документації, автоматизується створення звітів і ведення оперативних журналів, а заявки на ремонт обладнання подаються в електронному форматі.

В загальному, програмний комплекс «АСТОР» має значну перевагу завдяки своїй здатності інтегруватися з різними SCADA-системами, такими як SYNDIS та ЕНЕРГІЯ. Ця інтеграція забезпечує автоматичну реєстрацію та документування всіх випадків відключення електроенергії, а також автоматичне створення звітів на основі цих даних. Впровадження цієї функції сприяє підвищенню точності та якості роботи персоналу, що є критично важливим для забезпечення стабільності та надійності функціонування електроенергетичної системи.

2 ПРОЄКТНО-КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

2.1 Система диспетчерського управління енергосистемою області

Система диспетчерського управління енергосистемою області являє собою комплекс програмних і технічних засобів, призначених для моніторингу, аналізу та оперативного керування процесами виробництва, передачі й розподілу електроенергії в межах регіону. Вона забезпечує диспетчерам можливість контролювати стан енергосистеми в реальному часі, прогнозувати навантаження, оперативно реагувати на аварійні ситуації та оптимізувати роботу електромереж. Інтеграція з SCADA-системами та іншими інформаційно-аналітичними платформами дозволяє автоматизувати процеси збору, обробки та аналізу даних, що підвищує ефективність управління та сприяє підвищенню надійності енергопостачання.

Диспетчерська служба облenerго (ОСР) відіграє ключову роль у забезпеченні стабільної роботи регіональної енергосистеми, здійснюючи оперативний контроль за електромережами та координацію всіх процесів, пов'язаних із передачею і розподілом електроенергії. Диспетчери в режимі реального часу контролюють стан енергосистеми, регулюють навантаження, прогнозують споживання та оперативно реагують на аварійні ситуації, швидко виявляючи несправності та організовуючи заходи для відновлення електропостачання (рис.2.1.).

Однією з основних функцій диспетчерської є координація ремонтних робіт, що включає узгодження виведення обладнання з експлуатації, видачу дозволів на проведення ремонтів та контроль їх виконання відповідно до встановлених графіків. Автоматизація процесів управління здійснюється за допомогою SCADA-систем та інших програмних комплексів, які дозволяють моніторити стан підстанцій, ліній електропередачі та параметри енергоспоживання.

Диспетчерська служба також розробляє та реалізує графіки планових і аварійних вимкнень, узгоджуючи їх із суміжними операторами та споживачами [7]. Важливим напрямком роботи є забезпечення безпеки персоналу та обладнання: диспетчери контролюють виконання робіт на високовольтних

об'єктах, видають наряди-допуски та стежать за дотриманням правил охорони праці.

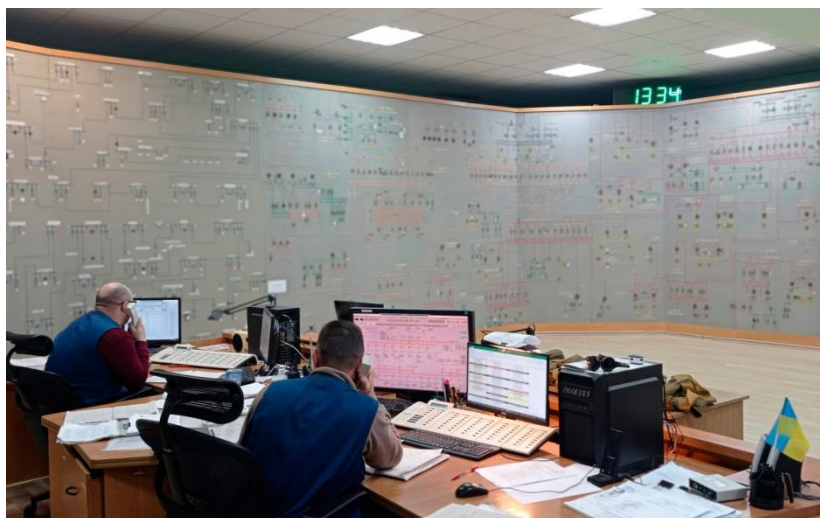


Рисунок 2.1. – Загальний вигляд диспетчерської ОСР

Окрім цього, диспетчери здійснюють інформаційну взаємодію з операторами ринку електроенергії, постачальниками, споживачами та державними регуляторами, що дозволяє ефективно координувати дії всіх учасників енергосистеми. У разі аварійних ситуацій проводиться їх аналіз, формується звітність, розробляються заходи для запобігання подібним порушенням у майбутньому.

Оптимізація роботи енергосистеми є ще одним важливим завданням диспетчерської служби. Впровадження сучасних технологій, автоматизація процесів управління та підвищення енергоефективності мережі сприяють покращенню надійності електропостачання. Завдяки злагодженій роботі диспетчерів забезпечується стабільне функціонування енергосистеми, мінімізуються аварійні ситуації та підвищується якість і безперебійність електропостачання для споживачів.

Ключову роль у забезпеченні надійної роботи енергосистеми відіграють оперативно-виїзді бригади (далі - ОВБ) диспетчерських служб, оперативно реагуючи на аварійні ситуації та виконуючи невідкладні ремонтні роботи. Вони діють за вказівками диспетчерського центру та виконують роботи з усунення

пошкоджень у мережах, технічного обслуговування обладнання та ліквідації наслідків негоди або інших позаштатних ситуацій [8].

До основних завдань ОВБ можна віднести наступне:

- **Аварійно-відновлювальні роботи** (швидке реагування на відключення електроенергії, усунення обривів ліній, заміна пошкоджених елементів мережі);
- **Оперативне обслуговування електромереж** (проведення технічних робіт для підтримання стабільного електропостачання та запобігання можливим аваріям);
- **Оперативні перемикання в мережі** (виконання необхідних дій з комутації електроустановок відповідно до розпоряджень диспетчера);
- **Контроль та діагностика обладнання** (перевірка стану трансформаторних підстанцій, кабельних і повітряних ліній для виявлення можливих дефектів);
- **Забезпечення безпеки робіт та допуск експлуатаційних бригад** (перевірка дотримання всіх норм і правил охорони праці під час виконання завдань на об'єктах енергопостачання).

ОВБ оснащені сучасними засобами зв'язку, мобільними пристроями для отримання диспетчерських завдань, а також необхідним інструментом та обладнанням для виконання аварійно-відновлювальних робіт. Завдяки їхній швидкій та професійній роботі мінімізується час відключень електроенергії, що підвищує надійність та якість електропостачання для споживачів.

Диспетчери та ОВБ електромереж працюють у дво-змінному графіку, забезпечуючи цілодобовий контроль і швидке реагування на аварійні ситуації. Диспетчери координують роботу енергосистеми, контролюють параметри мережі, ведуть оперативну документацію та дають команди ОВБ. Їхня робота поділена на денні та нічні зміни, зазвичай по 12 годин. ОВБ перебувають у режимі готовності до негайного виїзду для усунення несправностей. У разі аварії диспетчер направляє ОВБ на місце, де вони виконують діагностику, відновлення електропостачання та ремонтні роботи. Такий режим роботи

дозволяє мінімізувати час реагування на аварії, забезпечити стабільне електропостачання та швидко усувати будь-які неполадки в мережі.

2.2 Технологічні порушення в електромережах

Термін «*Технологічні порушення в електромережах*» можна трактувати, як будь-які відхилення від нормального режиму роботи, які можуть призвести до збоїв, аварій або часткового/повного знеструмлення споживачів. Вони можуть бути спричинені як технічними несправностями, так і впливом зовнішніх факторів.

За характером технологічні порушення поділяються на: аварії, відмови I та II категорії, порушення в роботі атомних електростанцій, та технологічні порушення цехового обліку (рис. 2.2.).



Рисунок 2.2. – Розподіл технологічних порушень в електромережах за характером

До основних причин технологічних порушень можна віднести:

- Короткі замикання;
- Перевантаження ліній;
- Вихід з ладу обладнання;
- Пошкодження внаслідок природних факторів;
- Пошкодження внаслідок бойових дій;
- Помилки персоналу та ін.

До наслідків технологічних порушень можна віднести:

- Тимчасове або довготривале знеструмлення споживачів.
- Підвищене навантаження на інші елементи мережі, що може призвести до каскадних аварій.
- Фізичне пошкодження обладнання та необхідність дорогого ремонту.
- Підвищені ризики для персоналу та можливі нещасні випадки.

Для прикладу, протягом 2024 року в електричних мережах 10-110 кВ АТ «ТЕРНОПІЛЬОБЛЕНЕРГО» сталось 1675 технологічних порушень. Із технологічних порушень, які мали місце в мережах 10-110 кВ, 1667 відносяться до порушень цехового обліку [9]. На рисунку 2.2 наведено діаграму розподілу кількості технологічних порушень в електричних мережах за типами обладнання протягом 2024 року.

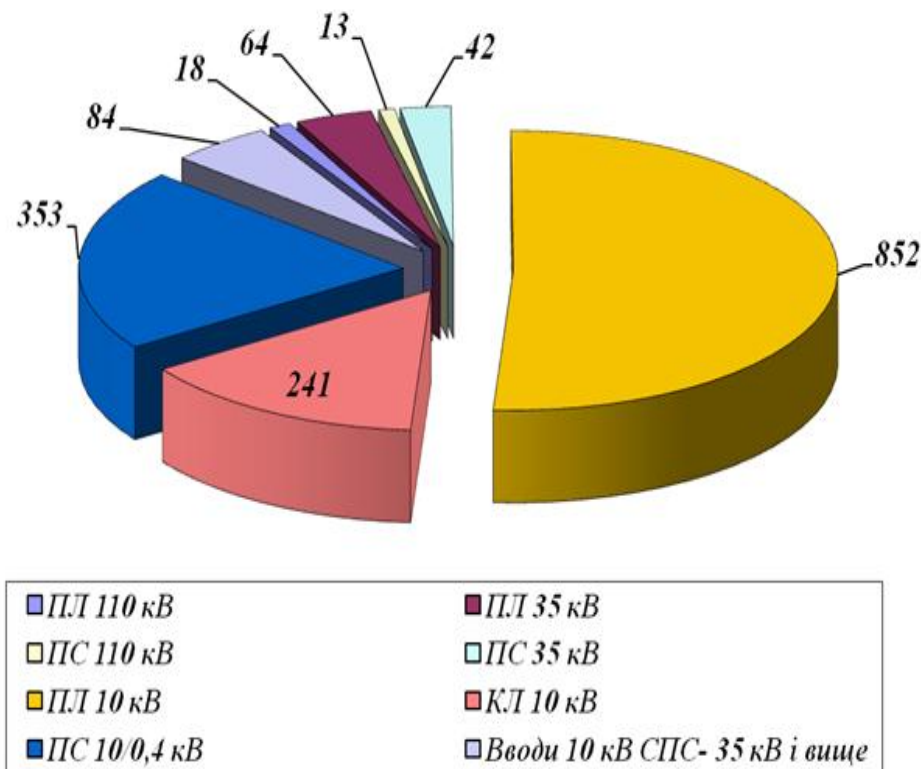


Рисунок 2.2 – Розподіл технологічних порушень за типами обладнання

На рисунку 2.3 наведена діаграма кількості технологічних порушень в електричних мережах 10 кВ з розподілом по місяцях протягом 2024 року.

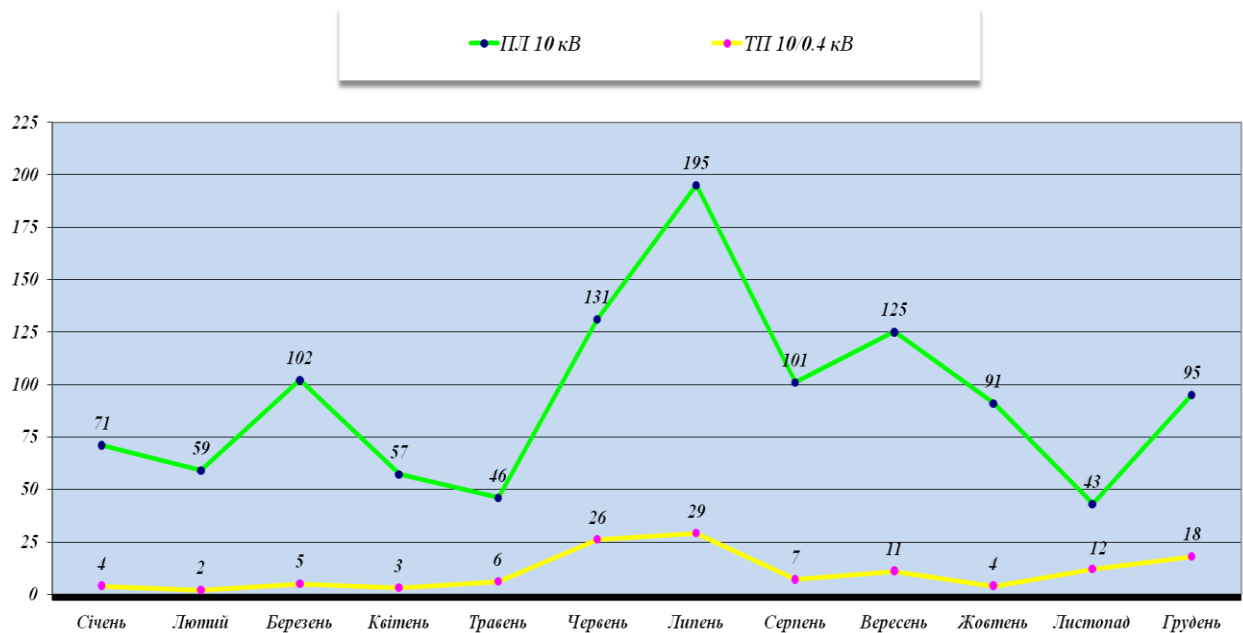


Рисунок 2.3. – Розподіл кількості технологічних порушень в мережах 10 кВ по місяцях

Цеховий облік технологічних порушень в електричних мережах являє собою систему реєстрації, аналізу та контролю аварійних ситуацій і відхилень у роботі електрообладнання на рівні окремого підрозділу (цеху, району електромереж). Цей облік передбачає фіксацію всіх випадків технологічних порушень, таких як короткі замикання, перевантаження, пошкодження кабельних ліній, відмови обладнання, а також аналіз їх причин і наслідків. Дані обліку використовуються для підвищення надійності електропостачання, планування ремонтних робіт, модернізації мереж і вдосконалення заходів з профілактики аварій. Зазвичай ведення цехового обліку здійснюється відповідальними працівниками підприємства із занесенням інформації до спеціальних журналів, баз даних або автоматизованих систем контролю та моніторингу. Даний журнал реалізований в ПК «АСТОР».

Оскільки в електричних мережах того, чи іншого операторів ОСР щороку виникає від 1500-3000 аварійних відключень, спричинених технологічними порушеннями, багато часу оперативного персоналу затрачається на ведення та оформлення оперативно-технічної документації, стосовно даних відключень.

Програмний комплекс АСТОР дозволяє вести в автоматичному режимі журнал цехового обліку технологічних порушень і не тільки.

Терміни "**Відмова I категорії**" та "**Відмова II категорії**" класифікують несправності за рівнем їхнього впливу на електропостачання. **Відмова I категорії** – це критичне порушення, яке призводить до повної втрати електропостачання для великої кількості споживачів або важливих об'єктів (наприклад, аварія на підстанції високої напруги, вихід з ладу ключового обладнання). **Відмова II категорії** – менш критичне порушення, яке викликає часткове обмеження електропостачання або впливає на роботу окремих елементів мережі, але не спричиняє масштабних відключень (наприклад, пошкодження окремої лінії, відмова допоміжного обладнання). Така класифікація допомагає оперативно оцінювати ситуацію та визначати пріоритетність усунення несправностей.

Недовідпуском електричної енергії називається обсяг електроенергії, який не був поданий споживачам через аварійні відключення, або інші технологічні порушення в електричних мережах. Він вимірюється у кіловат-годинах (кВт·год) і є одним із показників надійності електропостачання. Основними причинами недовідпуску можуть бути короткі замикання, вихід з ладу обладнання, стихійні лиха, перевантаження мереж або помилки персоналу. Цей показник враховується при оцінці ефективності роботи енергетичних підприємств, аналізі технологічних порушень та розробці заходів для підвищення надійності електропостачання.

Для зменшення кількості технологічних порушень застосовують системи моніторингу та автоматизації, регулярні профілактичні огляди, а також впроваджують автоматичні системи захисту. Оперативно-виїзні бригади (ОВБ) та диспетчерські служби працюють у режимі цілодобового контролю, щоб швидко реагувати на будь-які збої та запобігати серйозним аваріям.

Оскільки в електричних мережах того, чи іншого операторів ОСР щороку виникає від 1500-3000 аварійних відключень, спричинених технологічними порушеннями, багато часу оперативного персоналу затрачається на ведення та

оформлення оперативно-технічної документації, стосовно даних відключень. Програмний комплекс АСТОР дозволяє вести в автоматичному режимі журнал цехового обліку технологічних порушень і не тільки.

2.3 Заявки на вивід обладнання в ремонт

Заявки на вивід обладнання в ремонт є обов'язковим елементом процесу експлуатації електричних мереж в операторах систем розподілу (ОСР), що дозволяє проводити ремонтні, профілактичні або модернізаційні роботи без порушення загальної стабільності електропостачання [10].

Види виведення обладнання в ремонт:

– **Планове виведення** – здійснюється за заздалегідь розробленим графіком, включає профілактичні огляди, ремонтно-відновлювальні роботи, заміну обладнання та модернізацію.

– **Аварійне виведення** – проводиться у разі виявлення несправностей, які можуть призвести до технологічних порушень або створити загрозу безпеці.

Процедура подання заявки на вивід обладнання в ремонт полягає в чітких наступних кроках:

1. Відповідальна особа ОСР оформлює заявку із зазначенням типу обладнання (повітряні або кабельні лінії, трансформатори, комутаційні апарати тощо), його розташування, причини виведення, переліку необхідних робіт, строків виконання та відповідальних осіб.

2. Заявка направляється в диспетчерський центр для аналізу можливого впливу на електропостачання споживачів, визначення резервних схем живлення та погодження термінів.

3. У разі планових робіт споживачів інформують про можливі перерви в електропостачанні.

4. Виконання робіт та повернення в експлуатацію – після завершення ремонтних заходів обладнання вводиться в роботу, перевіряється його справність, і диспетчерська служба фіксує факт повернення у штатний режим.

Важливість правильного ведення заявок забезпечує: безпеку персоналу, що виконує роботи; мінімізує ризики аварійних відключень та технологічних порушень; дозволяє оптимізувати графік робіт, уникаючи перевантаження мережі; гарантує дотримання нормативних вимог щодо експлуатації електроустановок.

Коректне планування та виконання заявок на вивід обладнання в ремонт є ключовим фактором стабільної роботи електричних мереж та забезпечення надійного електропостачання споживачів.

2.4 Реалізація оперативно-технічної документації в ПК «АСТОР»

Автоматизована система технічного обслуговування та ремонтів «АСТОР» являє собою програмний комплекс, який дозволяє операторам систем розподілу (ОСР) вести оперативно-технічну документацію в автоматичному режимі, підвищуючи ефективність управління електричними мережами та ремонтними роботами. Одним із ключових компонентів системи для надійної роботи електричних мереж та спрощення роботи диспетчерських служб є модуль "Робочий стіл диспетчера", який містить низку підмодулів для централізованого контролю за станом електромереж та планування ремонтних робіт.

Модуль "Робочий стіл диспетчера" включає в себе наступні модулі:

- Заявки на вивід обладнання в ремонт, який дозволяє оформлювати, погоджувати та контролювати виконання планових і аварійних ремонтів.
- Оперативні перемикання - фіксує всі комутаційні перемикання для забезпечення нормального режиму роботи енергосистеми, безпеки робіт і керування електропостачанням.
- Журнал аварійних вимкнень веде облік усіх аварійних відключень з їхніми причинами, тривалістю та наслідками.
- Облік та розслідування технологічних порушень, який автоматично експортує дані із «журналу аварійних вимкнень», в звітній формі фіксує випадки порушень у роботі електромереж та допомагає аналізувати їх причини.

Спеціально визначена комісія того чи іншого структурного підрозділу ОСР заповнює дані про результати розслідування технологічних порушень, та створює заходи для ліквідації даного порушення, та заходи для унеможливлення повторень даного виду порушень в майбутньому. На основі останніх автоматично формується завдання на ремонтну роботу в наступному за звітним році в модулі «Планування ремонтних робіт».

- Журнал дефектів та неполадок містить інформацію про виявлені проблеми в обладнанні, що потребують негайного усунення. Дану інформацію заносить як диспетчер та ОВБ, так і експлуатаційні бригади (якщо його виявили під час роботи).

- Дзвінки споживачів з колл-центру є підмодулем системи АСТОР, який автоматично реєструє звернення споживачів щодо відключень електроенергії та інших питань електропостачання. Якщо споживач телефонує про відсутність напруги, система аналізує ситуацію та надає відповідь у режимі самообслуговування: у разі планових робіт повідомляє про ремонт, про який було оголошено за 5 днів на офіційному сайті, та вказує очікуваний час відновлення живлення; при аварійному відключенні інформує про зафіксоване технологічне порушення, роботу аварійної бригади та прогнозований час ліквідації; під час графіків погодинних вимкнень (ГПВ) повідомляє про їхню дію відповідно до встановленого розкладу.

- Моніторинг показників SAIDI та SAIFI забезпечує автоматизований розрахунок ключових індикаторів надійності електропостачання (середня тривалість відключень та частота відключень).

- Наряди та розпорядження у системі АСТОР відповідає за оформлення, облік і контроль за виконанням робіт, пов'язаних з експлуатацією та ремонтом електрообладнання. Він дозволяє диспетчерам та керівникам оперативно формувати наряди-допуски для проведення робіт з підвищеною небезпекою, а також розпорядження на виконання менш ризикованих операцій. Система автоматизує процес реєстрації, узгодження та видачі документів, що дозволяє уникнути помилок, покращити контроль за дотриманням техніки безпеки та

забезпечити точне документування всіх виконаних заходів. Крім того, підмодуль дозволяє відстежувати статус робіт у реальному часі, фіксувати відповідальних осіб і зберігати всю історію виконаних завдань, що сприяє підвищенню безпеки та ефективності роботи персоналу.

На рисунку 2.4. зображено загальний вигляд меню модуля «Робочий стіл диспетчера».

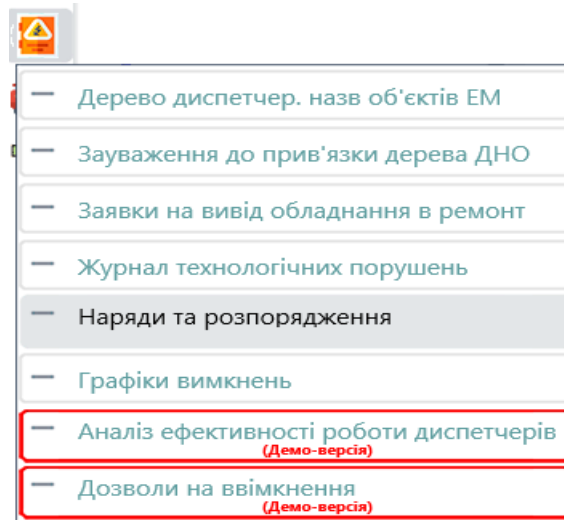


Рисунок 2.4. – Меню модуля «Робочий стіл диспетчера»

На рисунку 2.5. зображено загальний вигляд меню підмодуля «Журнал технологічних порушень в електромережах».

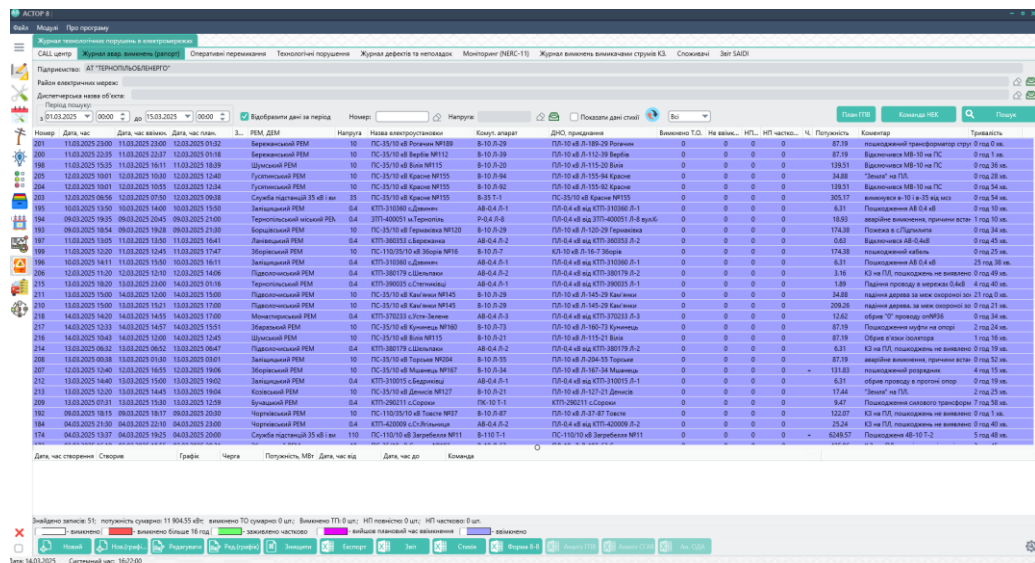
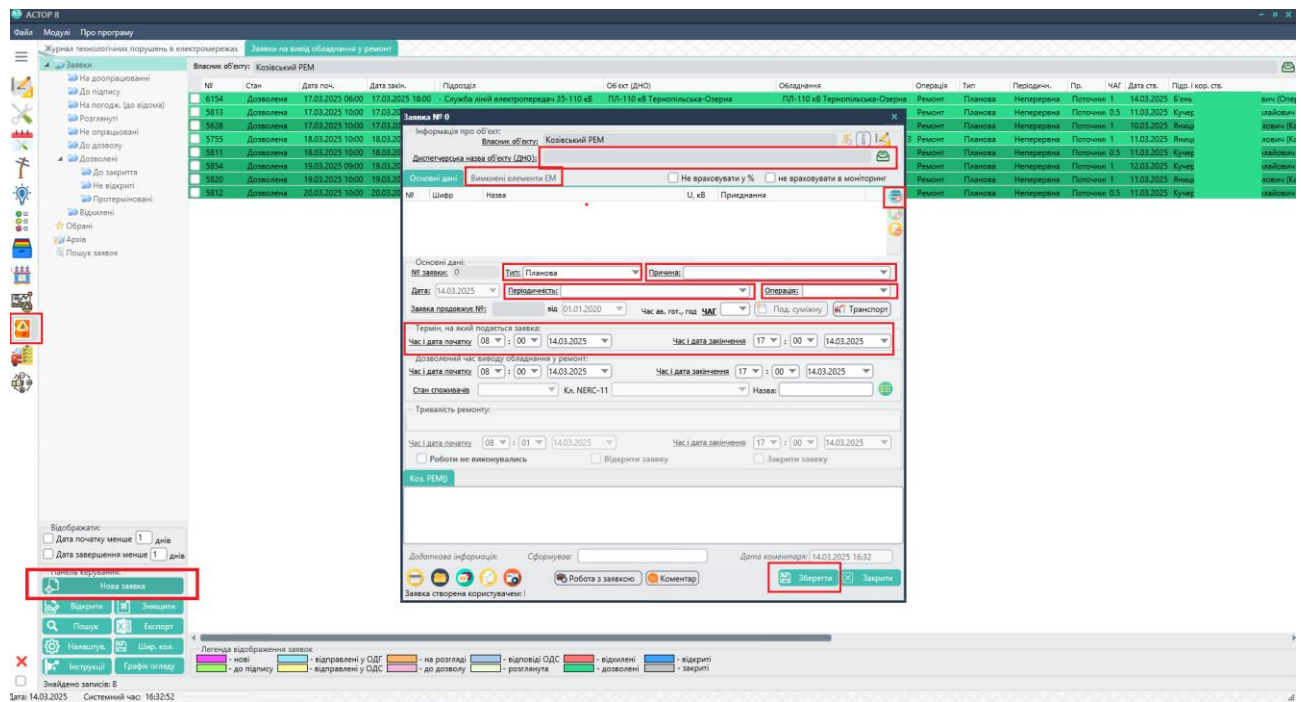


Рисунок 2.5. – загальний вигляд модуля «Журнал технологічних порушень в електромережах».

Заявки на вивід обладнання в ремонт.

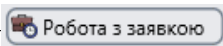
Оформлення заявок на вивід обладнання в ремонт відбувається наступним чином. Планові заявки подають безпосередньо майстри експлуатуючих дільниць відповідного структурного підрозділу (РЕМ), відкривши модуль «Заявки на вивід обладнання в ремонт» та натиснувши зліва на панелі керування кнопку  **Нова заявка**, після чого висвітлиться вікно заявки (рис.2.6).



The screenshot displays the 'Заявки на вивід обладнання в ремонт' window. On the left, a list of requests is shown with columns for ID, Status, Date, and Object. The main area contains a detailed form for a specific request, including fields for 'Об'єкт (DNC)', 'Обладнання', 'Тип заявки', 'Дата', 'Періодичність', 'Операція', and 'Термін'. There are also checkboxes for 'Вимкнені елементи ЕМ' and 'Не вилучати в %'. The bottom of the window shows a status bar with various icons and a date/time display.

Рисунок 2.6. – загальний вигляд вікна заявки на вивід обладнання в ремонт

Для початку необхідно обрати: диспетчерську назву об'єкту, на якому буде проводитися ремонт Диспетчерська назва об'єкту (ДНО); вимкнені елементи **Вимкнені елементи ЕМ**; перелік комутаційних апаратів, які вимикатимуться ; тип заявки (планова, непланова, аварійна, режимна тощо); причина (поточний ремонт, капітальний ремонт, аварійний ремонт, реалізація ТУ тощо); періодичність (щоденна/неперервна); операція; термін, на який подається заявка (від і до). Після заповнення даної інформації необхідно вказати коментар для уточнення даних по роботах, заходах безпеки, місцях

встановлення заземлень та натиснути кнопку , тоді натискаємо кнопку , висвітлиться спливаюче вікно, яке зображене на рис.2.7.

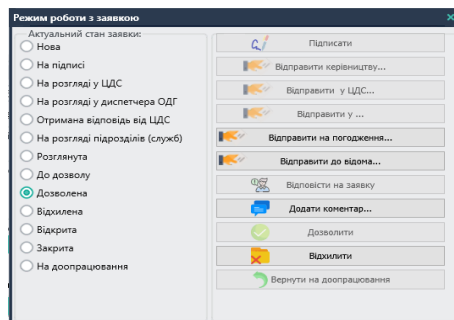
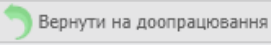


Рисунок 2.7. – Режим роботи з заявкою

Майстер відправляє заявку на погодження в ОДГ, після чого диспетчер відправляє її на розгляд керівництву. Коли керівництво (головний інженер) погодило, відправляє назад в ОДГ, після чого старший диспетчер ставить відмітку «Дозволити». Дозволяти може і безпосередньо головний інженер та інженер з ремонту РЕМ. Якщо заявка з відключенням споживачів, останніх необхідно попередити про відключення за 5 календарних днів. Дана система експортує дані про планові, аварійні відключення та висвітлює її на офіційному сайті ОСР в момент дозволу заявки диспетчером. На відміну від планових, аварійні заявки погоджує безпосередньо диспетчер ОДГ. Якщо в диспетчера або головного інженера є зауваження до заявки, натискається кнопка , після чого висвітлиться спливаюче вікно, де необхідно вказати причину, по якій дана заявка повернута та необхідні зауваження. Виконавши дані кроки, заявка повертається в стан «нова», її автор повинен виправити всі зауваження, та повторно відправити на погодження.

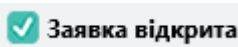
Дозволена заявка очікує своєї дати проведення робіт, підсвічується зеленим кольором (з відключенням – темніший відтінок, без відключення – світліший). Початком відкриття заявки вважається час знеструмлення споживачів. Поставивши відмітку , заявка відкривається, при чому вказується дата і точний час відкриття, заявка набуває синього відтінку.

Рисунок 2.8. – Зміна стану заявки

Виконавши всі роботи, майстер доповідає диспетчеру про успішне увімкнення обладнання та точний час подачі напруги, диспетчер ставить відмітку **Заявка закрита**, після чого стан заявки стає закритою, відправляється в архів. У випадку, коли заявка створена з грубими порушеннями всіх нормативних вимог і правил, диспетчер, або керівництво має право відхилити, натиснувши **Робота з заявкою**, **Відхилити**.

В заявці передбачені додаткові функції, якими диспетчер може оперувати. До даних функцій належить: **Под. суміжну** – подання суміжної заявки (коли працюють дві бригади паралельно); **Транспорт** – замовлення автотранспорту (для робіт, які вимагають спец. механізмів); ☐ **Не враховувати у %** ☐ **не враховувати в моніторинг** – коли заявки подаються на абонентське обладнання, або роботи проводяться на вже вимкненому обладнанні (є подана інша заявка, або аварійне вимкнення) для уникнення дублювання інформації в звітах; – дозволяє побачити всі етапи погодження заявки; – історія всіх робіт (заявок) на даному об'єкті; – перехід в графічно-інформаційний редактор для перегляду однолінійної (поопорної схеми) об'єкта; – друк заявки; – прикріплення файлів

(вказівок, рапортів тощо);  - перегляд коментарів;  - протокол роботи із заявкою.

На рисунку 2.9. зображено легенду відображення етапів заявок:

Легенда відображення заявок					
 - нові	 - відправлені у ОДГ	 - на розгляді	 - відповіді ОДС	 - відхилені	 - відкриті
 - до підпису	 - відправлені у ОДС	 - до дозволу	 - розглянута	 - дозволені	 - закриті

Рисунок 2.9. – Етапи заявок

Журнал аварійних вимкнень (рапорт).

Оформлення запису про порушення (аварійного вимкнення) відбувається наступним чином. Диспетчер, який перебуває на зміні отримавши сигнал від чергового персоналу, від Кол-центру про виникнення того, чи іншого технологічного порушення, що може призвести до нещасних випадків, знеструмлень споживачів, вносить записи в паперовий «Оперативний журнал» згідно всіх нормативних правил та негайно направляє ОВБ на місце пошкодження [11]. Наступним кроком є занесення події в КП АСТОР. У випадку синхронізації ПК АСТОР із SCADA-системою, сигнал про зміну положення комутаційних апаратів приходить безпосередньо на робочий стіл диспетчера, черговий диспетчер лише класифікує дане вимкнення. У випадку ручного занесення запису про порушення, диспетчеру необхідно натиснути кнопку  Новий у нижньому меню під модуля «журнал аварійних вимкнень (рапорт)», після чого висвітлиться спливаюче вікно «запис про порушення» (рис.2.10).

Першим кроком є заповнення вкладки «Загальні дані» - дати та часу виникнення події, попереднього планового часу увімкнення, назви електроустановки, від якої живиться вимкнений елемент, назва комутаційного апарату, який спрацював, назва безпосереднього об'єкту, на якому трапилось порушення (ДНО приєднання). Вказуються стан роботи автоматики релейного захисту та телеуправління, також навантаження, яке ніс об'єкт безпосередньо до виникнення порушення. У випадку вимушеного вимкнення лінії через однофазне замикання на землю (в мережах з ізольованою нейтраллю 6-35 кВ),

вказується час початку та завершення замикання. Обов'язковим є вказання попередньої причини вимкнення та коментаря для споживачів. Дана інформація зразу ж висвітлюється на офіційному сайті у розділі «Перерви в електропостачанні» та при дзвінках споживачів в Кол-центр, споживачу, автовідповідач повідомляє, причину відключення та плановий час відновлення живлення.

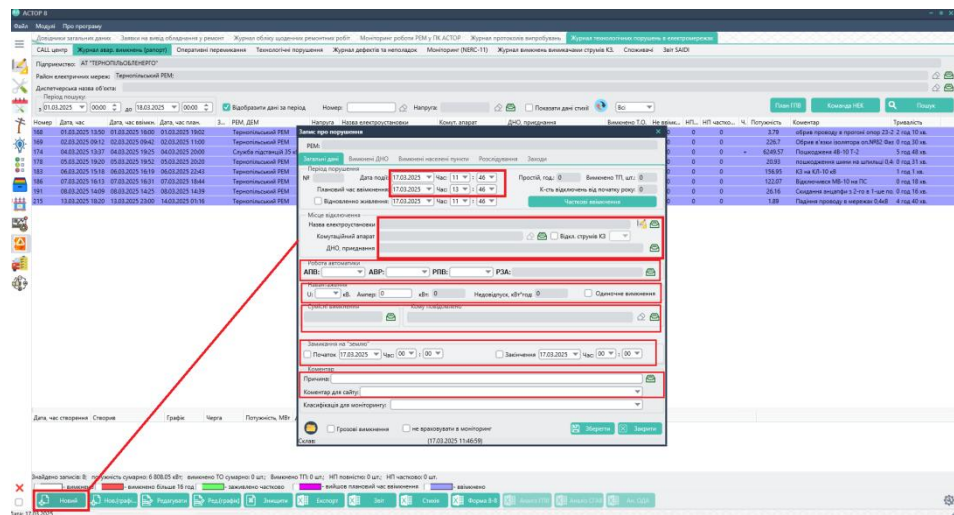


Рисунок 2.10 – запис про порушення

Наступним кроком є перевірка та при необхідності дозаповнення вкладки

Вимкнені ДНО

(рис.2.11).

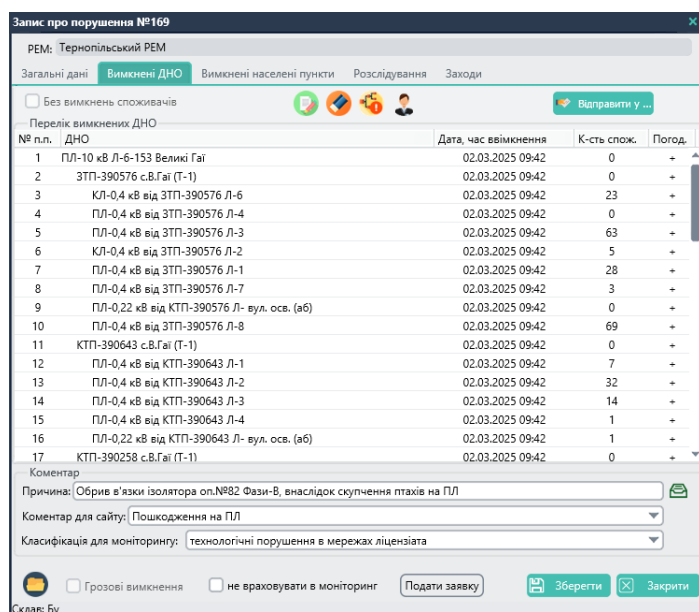


Рисунок 2.11 – Вкладка «Вимкнені ДНО»

Система автоматично підтягує всі ДНО, які отримують живлення від вимкненого комутаційного апарату відповідно до дерева живлення та схеми нормального режиму [12]. У випадку відхилення від схеми нормального режиму, диспетчер додає, або видаляє зайві об'єкти, натиснувши на кнопку , після чого висвітлюється спливаюче вікно:

Де  дозволяє додавати та  видаляти об'єкти, у відповідності до схеми нормального живлення. Натиснувши  можна поіменно переглянути список вимкнених абонентів з адресами, особовими рахунками.

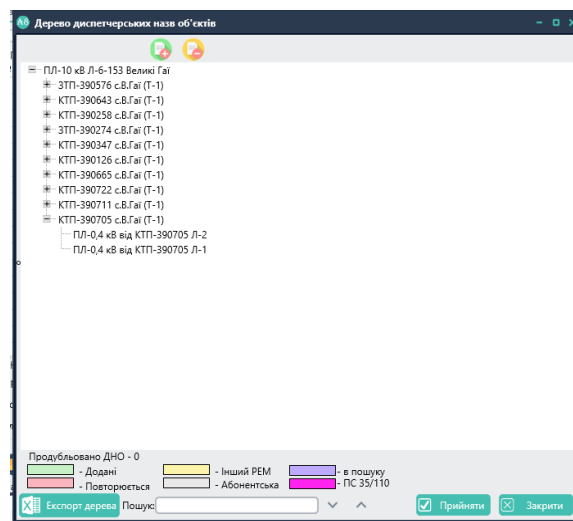


Рисунок 2.12. – Робота з ДНО

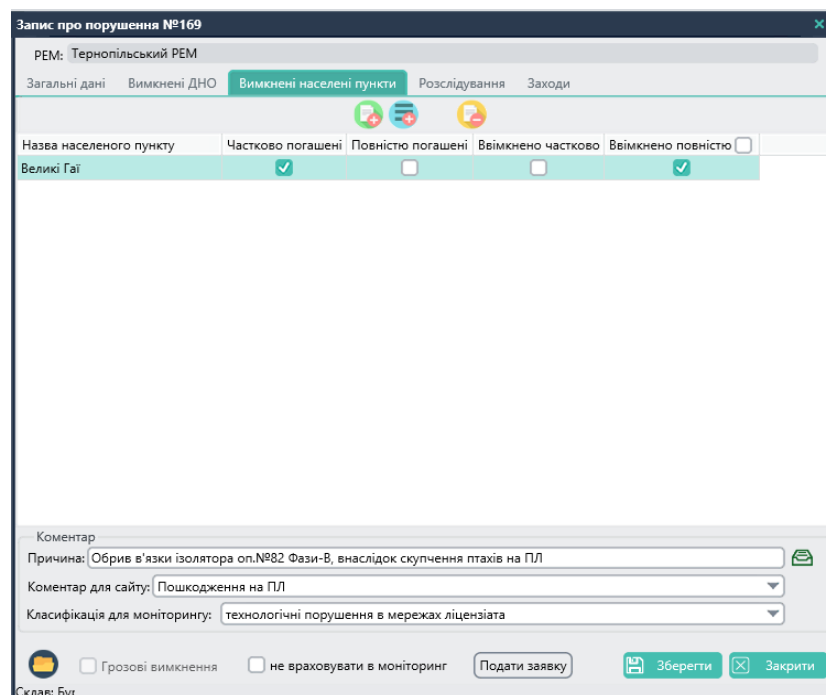
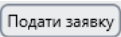


Рисунок 2.13. – вимкнені населені пункти

У вкладці  відображається перелік вимкнених населених пунктів, який експортується з білінгової системи споживачів (рис.2.13.). По аналогії із вимкненими ДНО їх можна корегувати, оперуючи кнопками .

В частих випадках, коли тех. порушення не ліквідоване протягом зміни диспетчера, необхідно створювати на об'єкт аварійну заявку. Для того, щоб не тратити лишнього часу, переходячи в модуль «Заявки на вивід обладнання в ремонт», натиснувши кнопку , автоматично створиться аварійна заявка на основі параметрів, занесених в даному аварійному вимкненні.

Розслідування та облік технологічних порушень.

Розслідування та облік технологічних порушень на підприємствах електроенергетики є важливим процесом, що спрямований на аналіз причин відмов та аварій, а також розробку заходів для їх запобігання в майбутньому.

Розслідування технологічних порушень проводиться спеціально призначеною комісією, яка призначається наказом кожного року. В залежності від специфіки роботи структурного підрозділу, в комісію входять різні члени. Для прикладу, в комісію РЕМ входить начальник, головний інженер, диспетчер району та майстер на дільниці, на якій сталось порушення. Для виробничої служби Товариства – начальник служби, відповідальні інженери та диспетчер, на зміні якого сталось порушення.

Процес розслідування передбачає аналіз обставин події, збір доказів, опитування персоналу та вивчення технічної документації. За результатами розслідування складається акт про технологічне порушення, в якому зазначаються причини, наслідки та заходи щодо запобігання аналогічним випадкам у майбутньому.

Облік технологічних порушень здійснюється у спеціальних журналах та базах даних підприємства. Це дозволяє аналізувати динаміку відмов, визначати найбільш проблемні ділянки та розробляти ефективні заходи щодо підвищення надійності роботи електроенергетичних систем. Окрім внутрішнього обліку,

підприємства електроенергетики зобов'язані подавати звітність щодо технологічних порушень до регуляторних органів, які контролюють дотримання стандартів надійності та безпеки.

У ОСР України облік технологічних порушень досі ведеться в паперовому вигляді, із використанням кількох окремих журналів, таких як журнал аварійних вимкнень, журнал цехового обліку технологічних порушень та журнал відмов. Однак, починаючи з 2020 року, АТ «ТЕРНОПІЛЬОБЛЕНЕРГО» повністю відмовилося від паперової документації та перейшло на електронний формат, використовуючи модуль «Журнал технологічних порушень» у програмному комплексі АСТОР.

Для розслідування технологічних порушень в КП АСТОР необхідно відкрити вкладку «Технологічні порушення» модуля «Журнал технологічних порушень» та обрати необхідний запис про порушення зі списку наявних. (рис.2.14). Фільтрувати порушення можна:

- за типами;
- за ДНО;
- за структурним підрозділом;
- за напругою;
- за датою (обравши необхідний період часу).

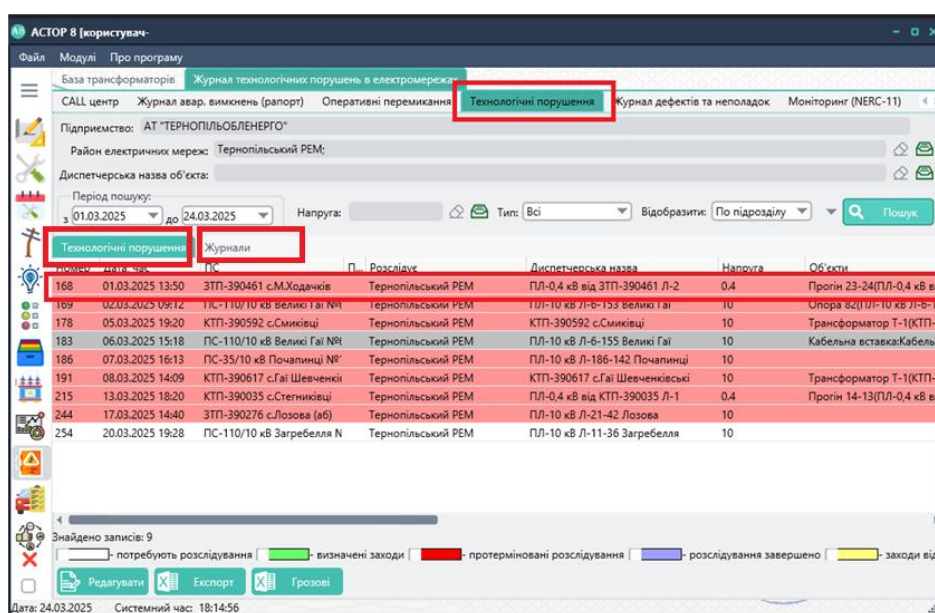


Рисунок 2.14. – вікно технологічних порушень.

Вікно «технологічні порушення» поділяється на вкладки «технологічні порушення» та «журнали». В першій відображаються всі вимкнення, які сталися протягом певного періоду (дані експортуються безпосередньо з журналу аварійних вимкнень), у вкладці «журнали» відображаються всі технологічні порушення, які є розслідуваними, мають свою класифікацію та заходи.

За типами технологічні порушення можна поділити на аварії, відмови, цеховий облік (рис. 2.15.).

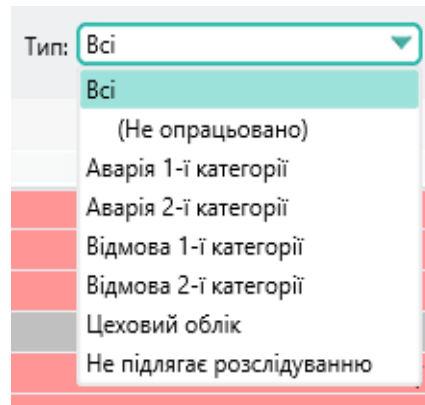


Рисунок 2.15. – типи технологічних порушень.

Обравши необхідне вимкнення для розслідування, натискаємо кнопку



, після чого відкриється спливаюче вікно запису про порушення, де зразу буде відкрита вкладка «розслідування» (рис.2.16.).

Рисунок 2.16 – Розслідування технологічних порушень

Наступним важливим етапом занесення причини, опису та місця порушення. Кожне порушення характеризується двома класифікаційними ознаками – організаційною та технічною причинами порушень, що відповідно в залежності від типу та характеру порушення поділяються:

1. Класифікаційними ознаками технічних причин порушень є:

1.1. Невідповідність матеріалів вузлів та деталей устаткування чинним нормативним документам.

1.2. Дефект зварювання, пайки.

1.3. Дефект механічного з'єднання.

1.4. Механічне зношення.

1.5. Жужільне зношення.

1.6. Корозійне пошкодження.

1.7. Ерозійне зношення.

1.8. Порушення щільності.

1.9. Відхилення вібраційного стану від нормативного.

1.10. Вибух.

1.11. Термічне пошкодження.

1.12. Електродугове пошкодження.

1.13. Дефект електричної ізоляції.

1.14. Порушення електричного контакту.

1.15. Механічне пошкодження, руйнування.

1.16. Пожежа.

1.17. Втрата стійкості електричної мережі.

1.18. Вичерпання ресурсу.

1.19. Некласифіковані причини.

2. Класифікаційними ознаками організаційних причин порушень є:

2.1. Помилкові дії оперативного персоналу.

2.2. Помилкові дії керівного персоналу.

2.3. Помилкові дії персоналу служб, лабораторій, цехів, відділів.

2.4. Помилкові дії ремонтного персоналу.

- 2.5. Незадовільне технічне обслуговування.
- 2.6. Незадовільна якість нормативної документації.
- 2.7. Дефекти проекту.
- 2.8. Дефекти конструкції.
- 2.9. Дефекти виготовлення.
- 2.10. Дефекти монтажу і налагодження.
- 2.11. Дефекти ремонту.
- 2.12. Дефекти будівництва.
- 2.13. Стихійні явища (ожеледь, сильний вітер, гроза, повінь тощо).
- 2.14. Вплив сторонніх осіб і організацій.

Опис порушення формується автоматично на основі спрацьованого комутаційного апарату та ДНО об'єкту, що вимкнувся. В описі вказується коротка характеристика перебігу події.

Причина порушення вказується з довідника, де є перелічено найбільш поширені причини (рис. 2.17).

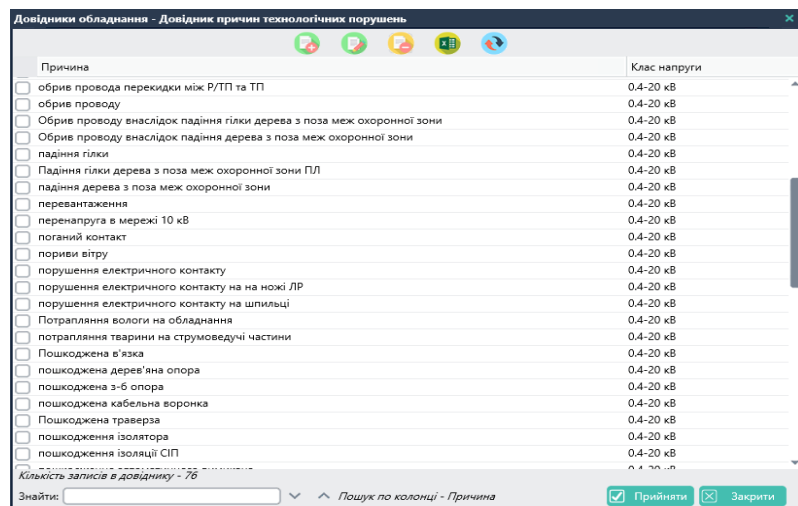


Рисунок 2.17. – довідник причин технологічних порушень

У випадку відсутності потрібної причини, можна додати її, натиснувши кнопку , після чого висвітлиться спливаюче вікно, де можна внести необхідну причину.

Місце пошкодження (дефектний елемент) обиравється з впливаючого списку обладнання, який в свою чергу напряду прив’язаний до схем в графічно-інформаційному редакторі (рис. 2.18.).

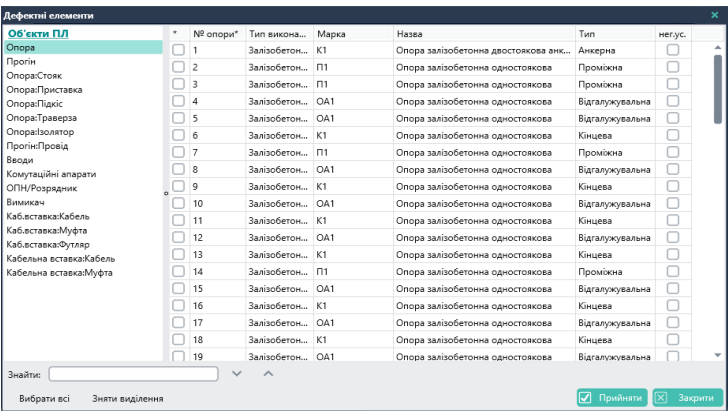


Рисунок 2.18. – вибір дефектних елементів

Обравши причини та обставини порушення, необхідно відкрити вкладку «Комісія», де необхідно обрати членів комісії, яка проводила розслідування. (рис.2.19).

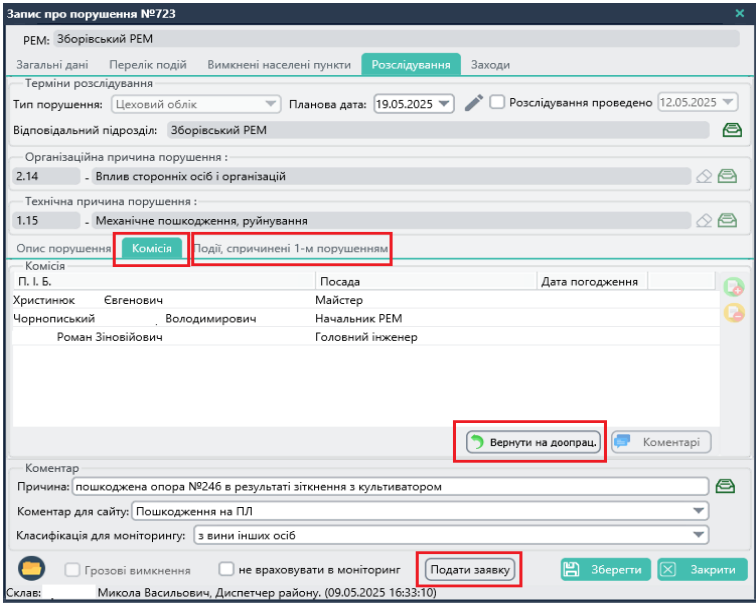
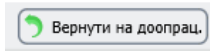


Рисунок 2.19. – вибір комісії

Натиснувши  висвітлиться спливаюче вікно з довідником персоналу відповідного структурного підрозділу, де можна обрати декількох членів комісії, які в свою чергу за допомогою електронного підпису підтверджують достовірність проведеного розслідування. Якщо при занесенні даних по

розслідуванні комісія виявила невідповідність, натиснувши кнопку



, розслідування повертається до початкового стану.

Відкривши вкладку **Події, спричинені 1-м порушенням** можна прив'язати до даного вимкнення події (вимкнення), що стали наслідком даного порушення.

Важливою частиною розслідування будь якого технологічного порушення є організація заходів по ліквідації даного порушення та створення заходів, для унеможливлення подібних порушень у майбутньому.

Для того, щоб ліквідувати порушення, виконується аварійна робота, яка задокументовується в модулі «Паспортизація ремонтів» та підтягується автоматично до даного вимкнення у вкладку **Заходи**. Щоб створити захід для унеможливлення повторення такого порушення в майбутньому, необхідно у вищезгаданій вкладці натиснути кнопку , після чого висвітлиться спливаюче вікно (рис.2.20).

Рисунок 2.20 – Створення заходів для запобігання порушень в майбутньому

В даному вікні необхідно обрати планову (кінцеву) дату виконання, вид ремонту. Для цього необхідно натиснути кнопку , після чого висвітлиться спливаюче вікно (рис. 2.21).

Ремонтна робота

Номинальна напруга, кВ: 10 РЕМ: Тернопільський міський РЕМ

Диспетчерська назва: КТП-390244 с.Ігровиця

Загальні дані Дефекти **Робота** Коефіцієнти Матеріали та механізми Зауваження

Робота:

Норм.докум.: Повітряні лінії 04-20 кВ, трансформаторні підстанції 6-20/0,4 кВ, розподільні пункти 6-20 кВ

Дані про роботу:

Код роботи: РС- 111403

Назва роботи: Заміна прохідних ізоляторів ИП-10-400, ИП-10-630

Кількість робіт: 1.00 1 ізолятор ☐ Не враховувати у звітах

Об'єкти ремонту:

Вибрати об'єкти ремонту: >>> Очистити об'єкти ремонту

Диспетчерський номер	Марка/Інвентарний номер	Коментар
Прохідний/Опорний ізолятор: ИП-10 Т-1	ИПУ-10/630-7,5 УХЛ1	Фаза В
Прохідний/Опорний ізолятор: ИП-10 Т-1	ИПУ-10/630-7,5 УХЛ1	Фаза С

Вибрано елементів: 2

Адреса ремонту:

Друк Експорт ☐ Згенер. кошторис Зберегти Закрити

Рисунок 2.21 – Створення заходу (ремонтної роботи).

Останнє працює синхронно з модулем з модулем «Паспортизація ремонтів/журнал обліку щоденних ремонтних робіт», де необхідно занести всі дані про роботу та об'єкт ремонту, вибрати наявні дефекти, після позачергового огляду (заносяться в модуль «Паспортизація дефектів/Листки огляду та перевірок»), для того, щоб при плановій роботі по можливості усунути їх. Для місцевості з особливими умовами праці, відповідно до різних кліматичних умов, до ори року обираються необхідні коефіцієнти. За необхідності використання матеріалів або транспортних засобів у роботі, їх можна обрати у вкладці «Матеріали та механізми». Об'єкт ремонту обирається натиснувши кнопку **Вибрати об'єкти ремонту: >>>**, після чого відобразиться спливаюче вікно (по аналогії з рис.2.18).

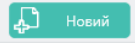
Після закінчення проведення розслідування, підписанням всіх членів комісії, відповідальний за проведення ставить відмітку про завершення розслідування  Розслідування проведено 10.03.2025 (рис.2.19), дане порушення відображатиметься в звітах 57-енерго, НЕРК-11, Журнал цехового обліку технологічних порушень та ін.

Занесення запису про оперативні перемикання.

Оперативні перемикання в електроустановках операторів систем розподілу (ОСР) являють собою дії з комутаційними апаратами, спрямовані на зміну схеми електропостачання або стану обладнання. Вони поділяються на прості та складні. Простими вважаються перемикання, що включають не більше чотирьох операцій і не впливають на надійність роботи енергосистеми. Складні перемикання вимагають суворої послідовності дій і виконуються за спеціальними програмами та бланками перемикань, особливо коли відсутні або несправні блокувальні пристрої.

Виконання оперативних перемикань дозволяється лише навченому персоналу, який має відповідні допуски. Складні перемикання зазвичай виконують дві особи: одна проводить операції, інша контролює їх правильність. У разі аварійних ситуацій дозволяється виконувати перемикання без бланків, але з обов'язковим контролем та подальшим записом в оперативному журналі. Всі дії повинні відповідати затвердженим інструкціям та схемам, щоб забезпечити безпеку персоналу та надійність електропостачання [13].

У сучасних умовах багато операторів систем розподілу (ОСР) переходять на цифрове ведення документації про оперативні перемикання. Для цього використовуються спеціалізовані програмні комплекси, такі як **АСТОР**. Ця система автоматизує процес оформлення та зберігання записів про всі дії оперативного персоналу. В АСТОР фіксуються бланки перемикань, оперативні журнали, вказуються відповідальні особи, час виконання кожної операції, схема мережі в момент перемикання тощо. Ведення документації онлайн у системі АСТОР значно підвищує ефективність роботи ОСР: зменшується ймовірність помилок, усувається потреба в паперових журналах, забезпечується оперативний доступ до історії дій і полегшується аудит. Крім того, завдяки інтеграції з диспетчерськими системами SCADA, АСТОР дозволяє в режимі реального часу контролювати стан мережі та оперативно формувати програми перемикань на основі актуальних даних.

Для того, щоб занести оперативне перемикання в КП АСТОР, необхідно відкрити модуль «Журнал технологічних порушень/Оперативні перемикання», натиснути кнопку . Після чого висвітлиться спливаюче вікно, подібне до технологічного порушення (рис.2.22).

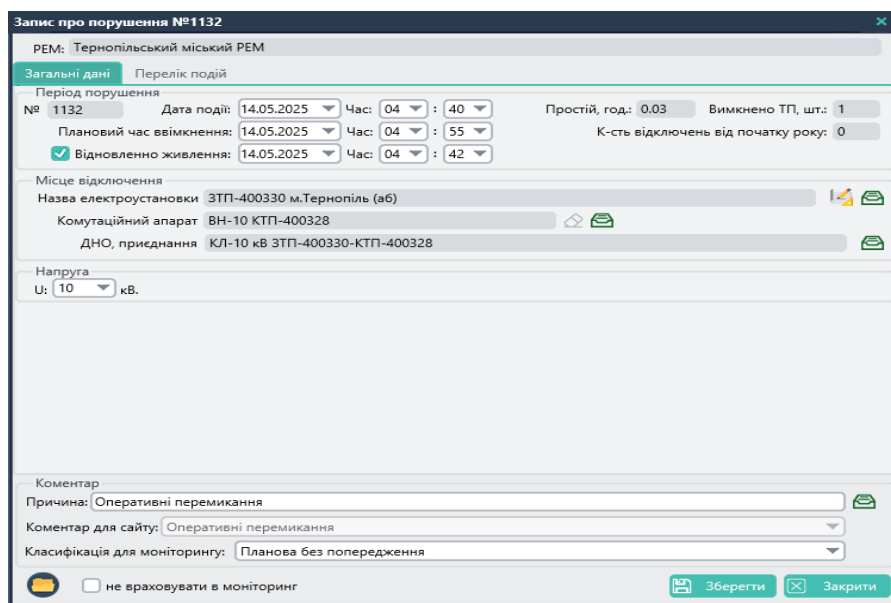


Рисунок 2.22 – Запис про оперативне перемикання

Першим кроком є заповнення вкладки «Загальні дані» - дати та часу виконання оперативного перемикання, попереднього планового часу увімкнення, назви електроустановки, від якої живиться вимкнений елемент, назва комутаційного апарату, за допомогою якого здійснюється перемикання, назва безпосереднього об'єкту, який на деякий час знеструмлюється (ДНО приєднання). Як тільки диспетчер заносить дану подію, відразу на сайті з'являється повідомлення для споживачів про причину відключення та плановий час увімкнення, для чого і заноситься поля графі «коментар» внизу спливаючого вікна. Тут і проставляється класифікація для моніторингу, яка буде відображатися у звіті НЕРК-11.

Відкривши вкладку  можна побачити всі вимкнені ДНО, споживачі (рис. 2.23).

Запис про порушення №973

РЕМ: Тернопільський міський РЕМ

Загальні дані **Перелік подій**

☐ Без вимкнень споживачів

Комутаційний апарат: Вимкнено о: Увімкнено о: К-сть ДНО: Увімкнути: Змінити:

В-10 ЗТП-400018 01.05.2025 05:30:00 01.05.2025 05:37:00 31

Дисп. назва	Дата події	Дата від...	К-сть ДНО	Відновлено
В-10 ЗТП-400018	05:30:00 ...	05:37:00 ...	31	100%
КЛ-10 кВ РП-400006-ЗТП-400018	05:30:00 ...	05:37:00 ...	0	+
ЗТП-400018 м.Тернопіль	05:30:00 ...	05:37:00 ...	0	+
КЛ-0,4 кВ від ЗТП-400018 Л-4 вул.Острозького, 51, 3ОШ №13	05:30:00 ...	05:37:00 ...	1	+
КЛ-0,4 кВ від ЗТП-400018 Л-2 вул.Замонастирська,1	05:30:00 ...	05:37:00 ...	1	+
КЛ-0,4 кВ від ЗТП-400018 Л-3 вул.Острозького,53	05:30:00 ...	05:37:00 ...	84	+
КЛ-0,4 кВ від ЗТП-400018 Л-1 вул.Острозького,47 Аптека (а6)	05:30:00 ...	05:37:00 ...	1	+
КЛ-0,4 кВ від ЗТП-400018 Л-5 Монастир (а6)	05:30:00 ...	05:37:00 ...	1	+
КЛ-0,4 кВ від ЗТП-400018 Л-6 Вул.Стецька,5 (а6)	05:30:00 ...	05:37:00 ...	21	+
КЛ-0,4 кВ від ЗТП-400018 Л-7 Церква (а6)	05:30:00 ...	05:37:00 ...	1	+
КЛ-0,4 кВ від ЗТП-400018 Л-8 Ідальня школи (а6)	05:30:00 ...	05:37:00 ...	1	+
ПЛ-0,4 кВ від ЗТП-400018 Л-9 вул.Острозького ПЛ	05:30:00 ...	05:37:00 ...	8	+
КЛ-10 кВ ЗТП-400029-ЗТП-400018	05:30:00 ...	05:37:00 ...	0	+
КЛ-10 кВ ЗТП-400014-ЗТП-400029	05:30:00 ...	05:37:00 ...	0	+
ЗТП-400029 м.Тернопіль	05:30:00 ...	05:37:00 ...	0	+
КЛ-0,4 кВ від ЗТП-400029 Л-13 вул.Шпитальна,17а - вул.Шпит...	05:30:00 ...	05:37:00 ...	48	+
КЛ-0,4 кВ від ЗТП-400029 Л-20 вул.Острозького 45 СМП, Лом...	05:30:00 ...	05:37:00 ...	1	+

Підставити подію в моніторинг

☐ не враховувати в моніторинг

Зберегти Закрити

Рисунок 2.23 – Вимкнені ДНО

За умови вимкнення лінії, чи комутаційного апарату, який живить одночасно два чи декілька суміжних РЕМ, натиснувши кнопку , даний запис про оперативне перемикання зразу ж відобразиться диспетчерам цих РЕМ.

Поставивши відмітку ☒ Відновлено живлення: на вкладці загальні, запис автоматично закривається, при цьому необхідно лише вказати час та дату увімкнення.

Оформлення звітної документації

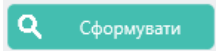
Звіт НЕРК-11 являє собою офіційну форму звітності, що затверджена НКРЕКП, подається ліцензіатами з розподілу електричної енергії та містить детальну інформацію про техніко-економічні показники, зокрема дані щодо обсягів розподілу, втрат електроенергії, параметрів мережі та виконання нормативів, і використовується для державного контролю та регуляторного аналізу діяльності ОСР [14].

Звіт №57-енерго є офіційною формою звітності, що подається в Міністерство енергетики України та Управління Держенергонагляду України у річній, квартальній та місячній формі і містить інформацію про кількість аварійних вимкнень та облік технологічних порушень в електричних мережах, з метою контролю за надійністю електропостачання, аналізу причин порушень та

запобігання повторним аваріям у роботі енергетичних об'єктів. Дана форма звітності відіграє важливу роль у формуванні статистики, загальному огляді аварійності та сприяє ефективному плануванню безаварійної і стабільної роботи електричних мереж у майбутньому. [15].

Журнал цехового обліку технологічних порушень є внутрішнім документом, у якому фіксуються всі випадки технологічних порушень в роботі електрообладнання, мереж або систем у межах цеху чи ділянки: дата та час інциденту, характер порушення, його причина, наслідки, дії персоналу та вжиті заходи. Окрім внутрішнього використання, для аналізу та підвищення надійності роботи обладнання, журнал також подається до обласного управління Держенергонагляду для контролю, обліку порушень і співставлення, зокрема із звітом 57-енерго.

КП АСТОР 8 Експлуатація на основі даних, занесених в модулі «Робочий стіл диспетчера» дозволяє автоматично формувати всі вищезгадані форми звітності, та інші.

Для формування звіту НЕРК-11 необхідно відкрити модуль «Журнал технологічних порушень», вкладку «Моніторинг (NERC-11)». Після чого обрати необхідний структурний підрозділ (РЕМ, служба), обрати період, за який буде формуватися звітність та натиснути кнопку . Формування звітності має 4 кроки задля коректності та правильності формування, оскільки є можливе дублювання подій в різних модулях. Наприклад: якщо сталось технологічне порушення з пошкодженням елементів електричних мереж, на його усунення подається аварійна заявка, після чого в звіті появляється дублювання події, тобто накладання часу заявки та технологічного порушення (рис.2.24).

Для усунення дублювання необхідно відкорегувати вимкнення (частіше за все запис про порушення), тобто редагується час та дата виникнення/закінчення тех. порушення. Наприклад: Якщо порушення важкого характеру та виникло 18.06.2025 о 23:25, очевидно, що оперативна бригада не зможе його усунути. Для усунення залучається виробнича бригада, для їх роботи відкривається

наряд-допуск та аварійна заявка. Технологічне порушення позначається як завершене, і відкривається аварійна заявка. Аналогічно із оперативними перемикаваннями, якщо час накладається, необхідно поставити відмітку ☐ не враховувати в моніторинг, після чого дублювання пропаде.

Рисунок 2.24 – Звіт НЕРК-11

Крок 2/4 аналогічно з 1/4 показує дублювання, тільки по напрузі 0,4 кВ, крок 3/4 відображає дзвінки та скарги споживачів на колл-центр (рис. 2.25). Якщо всі дублювання усунуті, всі дзвінки та звернення споживачів опрацьовані, індикатор стадії буде відображатися зеленим кольором: **Крок 3/4**. Після опрацювання та перевірки всіх 4 стадій, з'являється кнопка **Крок 4/4**  Excel  Сформулювати, за допомогою якої можна вивантажити типову форму звітності в Microsoft Excel (Додаток 1).

Рисунок 2.25 – перевірка дзвінків та скарг споживачів

Для формування звітності 57-ЕНЕРГО, ЖЦОТП, Звіту в розрізі по типах порушень, необхідно відкрити модуль «Журнал аварійних вимкнень», вкладку «Технологічні порушення», підвкладку «Журнали» (рис.2.26). Після чого необхідно обрати період, за який буде сформований звіт та натиснути кнопку

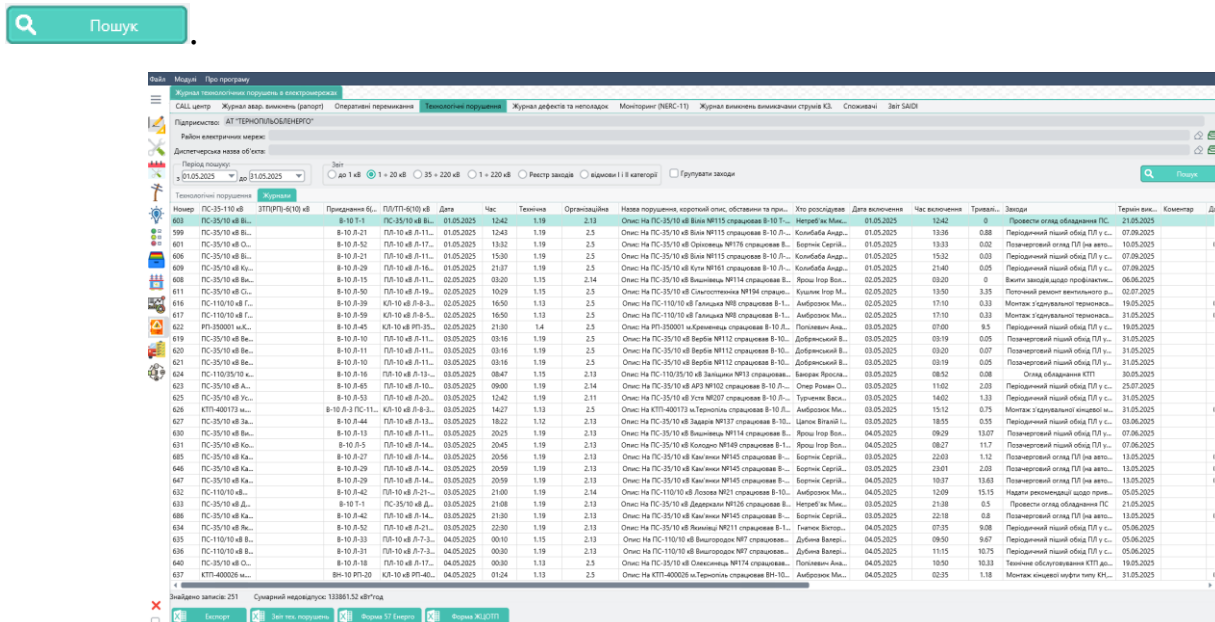


Рисунок 2.26 – Звітності по обліку технологічних порушень

Натиснувши кнопку  Форма 57 Енерго отримаємо звіт «Форма 57-Енерго» (Додаток 2). За допомогою кнопки  Форма ЖЦОП отримаємо «Журнал цехового обліку технологічних порушень» (Додаток 3). Натиснувши кнопку  Звіт тех. порушень, отримаємо звіт в розрізі по місяцях, класах напруг та видах і типах пошкоджень (рис.2.27). На основі даного звіту будуються різні діаграми та графіки для статистики вимкнень та огляду аварійності. Вкінці кожного року формується звіт «Огляд аварійності за поточний рік».

A B C D				E L E M E N T S E T E U E V E W E X E Y E Z F A F B F C F D F E F F F G F H F I F J F K F L F M F N F O F P F Q F R F S F T F U F V F W F X F Y F Z G A G B G C G D G E G F G G G H G I G J G K G L G M G N G O G P G Q G R G S G T G U G V G W G X G Y G Z H A H B H C H D H E H F H G H H H I H J H K H L H M H N H O H P H Q H R H S H T H U H V H W H X H Y H Z I A I B I C I D I E I F I G I H I I I J I K I L I M I N I O I P I Q I R I S I T I U I V I W I X I Y I Z J A J B J C J D J E J F J G J H J I J J J K J L J M J N J O J P J Q J R J S J T J U J V J W J X J Y J Z K A K B K C K D K E K F K G K H K I K J K L K M K N K O K P K Q K R K S K T K U K V K W K X K Y K Z L A L B L C L D L E L F L G L H L I L J L K L L L M L N L O L P L Q L R L S L T L U L V L W L X L Y L Z M A M B M C M D M E M F M G M H M I M J M K M L M M M N M O M P M Q M R M S M T M U M V M W M X M Y M Z N A N B N C N D N E N F N G N H N I N J N K N L N M N N N O N P N Q N R N S N T N U N V N W N X N Y N Z O A O B O C O D O E O F O G O H O I O J O K O L O M O N O O O P O Q O R O S O T O U O V O W O X O Y O Z P A P B P C P D P E P F P G P H P I P J P K P L P M P N P O P P P Q P R P S P T P U P V P W P X P Y P Z Q A Q B Q C Q D Q E Q F Q G Q H Q I Q J Q K Q L Q M Q N Q O Q P Q Q Q R Q S Q T Q U Q V Q W Q X Q Y Q Z R A R B R C R D R E R F R G R H R I R J R K R L R M R N R O R P R Q R R R S R T R U R V R W R X R Y R Z S A S B S C S D S E S F S G S H S I S J S K S L S M S N S O S P S Q S R S S S T S U S V S W S X S Y S Z T A T B T C T D T E T F T G T H T I T J T K T L T M T N T O T P T Q T R T S T T T U T V T W T X T Y T Z U A U B U C U D U E U F U G U H U I U J U K U L U M U N U O U P U Q U R U S U T U U U V U W U X U Y U Z V A V B V C V D V E V F V G V H V I V J V K V L V M V N V O V P V Q V R V S V T V U V V V W V X V Y V Z W A W B W C W D W E W F W G W H W I W J W K W L W M W N W O W P W Q W R W S W T W U W V W W W X W Y W Z X A X B X C X D X E X F X G X H X I X J X K X L X M X N X O X P X Q X R X S X T X U X V X W X X X Y X Z Y A Y B Y C Y D Y E Y F Y G Y H Y I Y J Y K Y L Y M Y N Y O Y P Y Q Y R Y S Y T Y U Y V Y W Y X Y Y Y Z Z A Z B Z C Z D Z E Z F Z G Z H Z I Z J Z K Z L Z M Z N Z O Z P Z Q Z R Z S Z T Z U Z V Z W Z X Z Y Z Z																																																				началь				Повалоческий												Підсечний												Теребелесеский												Тернелесеский																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
				сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас	сучас

Рисунок 2.27 – Звітність 57 – Енерго в розрізі

2.5 Висновки до розділу

У даному розділі було розглянуто структуру та функціонування системи диспетчерського управління енергосистемою області, яка забезпечує надійне, стабільне та безпечне електропостачання споживачам. Диспетчерські служби разом з оперативно-виїзними бригадами виконують критично важливу роль у моніторингу, оперативному реагуванні на аварійні ситуації та управлінні електромережами за допомогою сучасних програмно-технічних комплексів, зокрема SCADA та АСТОР.

Важливе місце у розділі відведено класифікації технологічних порушень, їх обліку та розслідуванню. Детально описано, як фіксуються порушення у журналі аварійних вимкнень, журналі цехового обліку та звітах НЕРК-11 і 57-енерго. Акцент зроблено на важливості цифрового ведення обліку через систему АСТОР, що дозволяє мінімізувати дублювання подій, уникнути помилок і значно полегшити формування звітності. Описано ролі диспетчерів, оперативно-виїзних бригад та порядок дій при аваріях. Розділ також містить **детальну покрокову інструкцію** з роботи в модулях КП АСТОР, які

охоплюють формування заявок, фіксацію порушень, аналіз причин та створення запобіжних заходів.

На основі матеріалів даного розділу сформовано **лабораторний практикум (додаток 4)**, який дозволяє студентам набути практичних навичок у роботі з реальними виробничими даними, симуляції аварійних ситуацій, оформленні оперативної документації та формуванні звітності за допомогою цифрових інструментів. Таким чином, розділ комплексно висвітлює сучасний підхід до управління електромережами, містить методичну та практичну цінність, і є основою для навчання, аналізу та подальшого вдосконалення системи електропостачання в умовах цифрової трансформації енергетики.

3 РОЗРАХУНКОВИЙ РОЗДІЛ

3.1 Методика розслідування технологічних порушень в електромережах ОСР

Розслідування технологічних порушень в електроенергетиці проводиться згідно з встановленими нормативними вимогами для аналізу причин аварій та ведення їх обліку в енергосистемі України.

Згідно з цією Інструкцією, усі технологічні порушення класифікуються за характером і наслідками на аварії I та II категорій, відмови I та II категорій та порушення цехового обліку. Кожний тип порушення має свої характерні ознаки та вимагає відповідного підходу до розслідування.

Відмова II категорії характеризується перервою в енергопостачанні споживачів, що призвела до недовідпуску електроенергії від 10 до 100 тис. МВт·год. Такі порушення потребують створення спеціальної комісії з розслідування, яка призначається наказом керівництва об'єкта енергетики на початку календарного року.

Основними завданнями розслідування технологічних порушень є:

- з'ясування безпосередніх і кореневих причин порушення;
- розробка організаційно-технічних заходів для відновлення працездатності пошкодженого устаткування;
- створення заходів щодо запобігання подібним порушенням у майбутньому;
- удосконалення організації експлуатації і ремонту електроустаткування;
- підвищення відповідальності працівників за забезпечення безперебійного енергопостачання споживачів.

3.2 Розрахункові методи визначення недовідпуску електричної енергії

Величина недовідпуску електроенергії визначається за період від початку відключення чи обмеження електропостачання до повного відновлення нормальних режимів живлення для всіх споживачів. Обчислення виконується за формулою:

$$W = P \cdot t. \quad (3.1)$$

де W – недовідпуск електроенергії, МВт·год;

P – навантаження лінії, МВт;

t – тривалість відключення, год.

Навантаження повітряних ліній 10 кВ визначається на основі телеметричних даних SCADA-системи або розрахунковим методом за формулою:

$$P = \frac{P_1 + P_2 + P_3}{3}. \quad (3.2)$$

де P_1, P_2, P_3 – навантаження за три робочі дні, що передували аварії, МВт.

Для більш точного визначення навантаження в момент аварії враховується коефіцієнт добової нерівномірності:

$$K_H = P_{\text{ч}} \cdot P_{\text{с}}. \quad (3.3)$$

де $P_{\text{ч}}$ – навантаження в годину аварії, МВт;

$P_{\text{с}}$ – середньодобове навантаження, МВт.

При визначенні сумарного недовідпуску для кількох ліній, що живлять різні типи споживачів, необхідно враховувати коефіцієнт одночасності максимумів навантаження:

$$K_0 = P_{\text{max.c}} \cdot \sum P_{\text{max.i}}. \quad (3.4)$$

де $P_{\text{max.c}}$ – максимум сумарного навантаження групи ліній, МВт;

$\sum P_{\text{max.i}}$ – сума максимумів індивідуальних навантажень ліній, МВт.

Для змішаного навантаження (промислові та побутові споживачі) коефіцієнт одночасності приймається в межах 0,85-0,95.

3.3 Аналіз технологічного порушення

Для демонстрації розрахункових методів розглянемо технологічне порушення, що сталося 16-17 грудня 2024 року внаслідок стихійних погодних явищ. Повний акт розслідування наведено в додатку А, оперативна інформація про вимкнення – в додатку Б.

За метеорологічними даними, швидкість вітру досягала 20-24 м/с, що перевищувало розрахункові значення для повітряних ліній (18 м/с). Кількість опадів склала 13,2-17,3 мм за добу, що при низькій температурі створювало додаткове навантаження на проводи та опори.

Відповідно до даних оперативної інформації (додаток Б), розрахунок недовідпуску виконується для кожної аварійно вимкненої лінії окремо з урахуванням фактичного навантаження та точного часу відключення.

Таблиця 3.1 – Розрахунок недовідпуску електроенергії по РЕМ-1

Назва лінії	Р, МВт	Час відключення	Час увімкнення	Δt, год	W, МВт·год
В-10 Л-12 на ПС-35/10 кВ	0,14	16.12.24 17:00	17.12.24 10:30	17,50	2,44
В-10 Л-20 на ПС-35/10 кВ	0,10	16.12.24 23:10	17.12.24 10:10	11,00	0,81
В-10 Л-5 на ПС-110/35/10 кВ	0,09	17.12.24 06:05	17.12.24 10:40	4,58	0,40
Підсумок по РЕМ-1					3,65

Перевірочний розрахунок для В-10 Л-12:

$W = 0.14 \cdot 17.5 = 2.44 \text{ МВт} \cdot \text{год.}$

Таблиця 3.2 – Розрахунок недовідпуску електроенергії по РЕМ-2

Назва лінії	Р, МВт	Δt, год	W, МВт·год
В-10 Л-52 на ПС-35/10 кВ	0,03	17,32	0,31

Таблиця 3.3 – Розрахунок недовідпуску електроенергії по РЕМ-3

Назва лінії	Р, МВт	Δt, год	W, МВт·год
В-10 Л-153 на ПС-35/10 кВ	0,26	1,82	0,48
В-10 Л-154 на ПС-35/10 кВ	0,30	2,75	0,82
В-10 Л-2 на ПС-110/35/10 кВ	0,31	3,10	0,97
Підсумок по РЕМ-3			2,27

Таблиця 3.4 – Розрахунок недовідпуску електроенергії по РЕМ-4

Назва лінії	P, МВт	Δt, год	W, МВт·год
В-10 Л-26 на ПС-110/35/10 кВ	0,26	1,58	0,41
В-10 Л-11 на ПС-35/10 кВ	0,24	20,67	0,79*
В-10 Л-21 на ПС-35/10 кВ	0,19	2,30	0,44
В-10 Л-71 на ПС-35/10 кВ	0,51	19,75	7,33*
В-10 Л-13 на ПС-35/10 кВ	0,17	15,73	2,74
В-10 Л-22 на ПС-35/10 кВ	0,33	17,28	2,75
Підсумок по РЕМ-4			14,46

*Примітка: Для ліній з тривалим відключенням (понад 15 годин) застосовується коефіцієнт 0,8 для врахування нічного зниження навантаження.

Таблиця 3.5 – Зведена таблиця недовідпуску по всіх РЕМ

РЕМ	Кількість ліній	Сумарний недовідпуск, МВт·год
РЕМ-1	3	3,65
РЕМ-2	1	0,31
РЕМ-3	3	2,27
РЕМ-4	6	14,46
РЕМ-5	1	1,71
РЕМ-6	2	0,94
РЕМ-7	2	4,24
РЕМ-8	2	0,26
РЕМ-9	1	0,84
РЕМ-10	5	2,17
РЕМ-11	1	0,26
ЗАГАЛОМ	27	31,43

Загальний недовідпуск електроенергії склав 31,43 МВт·год. Для перевірки виконаємо контрольний розрахунок середньозваженого навантаження:

$$P_{\text{с.зв}} = \frac{\sum P_i \cdot t_i}{\sum t_i}. \quad (3.5)$$

$$P_{\text{с.зв}} = \frac{31.43}{188.2} = 0.167 \text{ МВт.}$$

Це значення корелює з типовим навантаженням ліній 10 кВ змішаного типу.

3.4 Статистичний аналіз розподілу навантажень і відключень

Таблиця 3.6 – Розподіл ліній за тривалістю відключення

Інтервал тривалості, год	Кількість ліній	Частка, %	Сумарний недовідпуск, МВт·год
До 5	8	29,6	3,21
5-10	4	14,8	2,45
10-15	6	22,2	8,67
15-20	7	25,9	12,83
Понад 20	2	7,4	4,27
Разом	27	100	31,43

Розрахуємо коефіцієнт нерівномірності недовідпуску

$$K_n = \frac{W_{max}}{W_c}. \quad (3.6)$$

де W_{max} – максимальний недовідпуск однієї лінії, МВт·год;

W_c – середній недовідпуск на одну лінію, МВт·год.

$$W_c = \frac{31.43}{27} = 1.164 \text{ МВт} \cdot \text{год.}$$

$W_{max} = 7,33 \text{ МВт} \cdot \text{год (В-10 Л-71);}$

$K_n = 7,33 / 1,164 = 6,3.$

Високий коефіцієнт нерівномірності вказує на необхідність пріоритетного зміцнення найбільш навантажених ліній.

Проведемо аналіз залежності недовідпуску від основних факторів:

Таблиця 3.7 – Кореляційна матриця

Фактор	Коефіцієнт кореляції з недовідпуском
Навантаження лінії	0,76
Тривалість відключення	0,89
Довжина лінії	0,52
Рік останнього ремонту	-0,34

Найсильніший зв'язок спостерігається з тривалістю відключення ($r = 0,89$), що підтверджує важливість швидкого реагування аварійних бригад.

3.5 Розрахунок показників надійності електропостачання

Індекс SAIDI (System Average Interruption Duration Index)

$$SAIDI = \frac{\sum r_i \cdot N_i}{N_T} \quad (3.7)$$

де r_i – тривалість i -го відключення, хв;

N_i – кількість споживачів, відключених під час i -го відключення;

N_T – загальна кількість споживачів у системі.

Для розрахунку використаємо дані з оперативної інформації. Загальна кількість відключених споживачів визначається пропорційно до навантаження ліній:

$$N_i = P_i \cdot 3000 \text{ (споживачів на 1 МВт навантаження)}. \quad (3.8)$$

Таблиця 3.8 – Розрахунок даних для SAIDI

Група ліній	Сумарне навантаження, МВт	Кількість споживачів	Середня тривалість, хв	$r_i \times N_i$
РЕМ-1,2,3	1,23	3 690	395	1 457 550
РЕМ-4	1,70	5 100	918	4 681 800
РЕМ-5,6,7	1,01	3 030	1056	3 199 680
РЕМ-8,9,10,11	0,57	1 710	521	890 910
Разом	4,51	13 530		10 229 940

$$SAIDI = \frac{10229940}{485000} = 21,1 \text{ хв/споживач.}$$

Індекс SAIFI (System Average Interruption Frequency Index)

$$SAIFI = \frac{\sum N_i}{N_T} \quad (3.9)$$

$$SAIFI = \frac{13530}{485000} = 0.0279 \text{ відключення/споживач.}$$

Індекс CAIDI (Customer Average Interruption Duration Index)

$$CAIDI = \frac{SAIDI}{SAIFI}. \quad (3.10)$$

$$CAIDI = \frac{21.1}{0.0279} = 756 \text{ хв} = 12.6 \text{ год.}$$

3.6 Економічний аналіз технологічного порушення

Прямі економічні втрати від недовідпуску електроенергії:

$$B_{\pi} = \frac{W}{\Pi}. \quad (3.11)$$

де Π – середньозважений тариф на електроенергію, грн/МВт·год.

При середньозваженому тарифі 3240 грн/МВт·год:

$$B_{\pi} = \frac{31,43}{3240} = 101833 \text{ грн.} \quad (3.12)$$

Непрямі втрати включають збитки від зупинки виробництв, псування продукції, соціальні втрати:

$$B_{\text{н}} = \frac{B_{\pi}}{K_{\text{непр}}}. \quad (3.13)$$

де $K_{\text{непр}}$ – коефіцієнт непрямих втрат (приймається 2,5 для змішаного навантаження).

$$B_{\text{н}} = \frac{101833}{2,5} = 254583.$$

Обчислимо загальні економічні втрати:

$$B_{\text{заг}} = B_{\pi} + B_{\text{н}} + B_{\text{р}}. \quad (3.14)$$

де $B_{\text{р}}$ – витрати на аварійно-відновлювальні роботи.

При витратах на ремонт 1,2 млн грн:

$$B_{\text{заг}} = 101833 + 254583 + 1200000 = 1556416 \text{ грн.}$$

Таблиця 3.9 – Розподіл економічних втрат за категоріями споживачів

Категорія	Недовідпуск, МВт·год	Тариф, грн/МВт·год	Втрати, грн	Частка, %
Промислові споживачі	8,21	4150	34 071	33,5
Комунально-побутові	18,48	2890	53 407	52,4
Бюджетні організації	4,74	3020	14 315	14,1
Разом	31,43	3240	101 833	100

3.7 Розрахунки електричних режимів та аналіз аварійних ситуацій

Для практичної демонстрації методики розрахунку перетоків електроенергії та моделювання аварійних ситуацій в електричних мережах високої напруги розглянемо типовий енерговузол, який складається з п'яти підстанцій номінальною напругою 110 кВ, об'єднаних кільцевою схемою магістральної мережі. Вибір саме такої конфігурації обумовлений її широким застосуванням в енергосистемах України та високою надійністю електропостачання завдяки резервуванню кожної ділянки альтернативними шляхами передачі електроенергії [16].

Центральним елементом енерговузла є підстанція ПС №3, яка має розширену конфігурацію з двома силовими трансформаторами типу ТРДН-25000/110/35/10 та системою автоматичного вводу резерву (АВР). Особливістю даної підстанції є наявність зовнішнього з'єднання з суміжним енерговузлом через повітряну лінію 35 кВ, що створює додаткові можливості для забезпечення живлення споживачів у аварійних режимах роботи та дозволяє продемонструвати використання зворотної трансформації для ліквідації критичних перевантажень у мережі.

Технічні характеристики енерговузла:

1. Номінальна напруга магістральної мережі: 110 кВ
2. Конфігурація: замкнена кільцева схема

3. Загальна довжина кільця: 45 км
4. Сумарне максимальне навантаження: 85 МВт
5. Коефіцієнт потужності: $\cos \varphi = 0,92$

На рис. 3.1 представлено принципову схему енерговузла в нормальному режимі експлуатації.

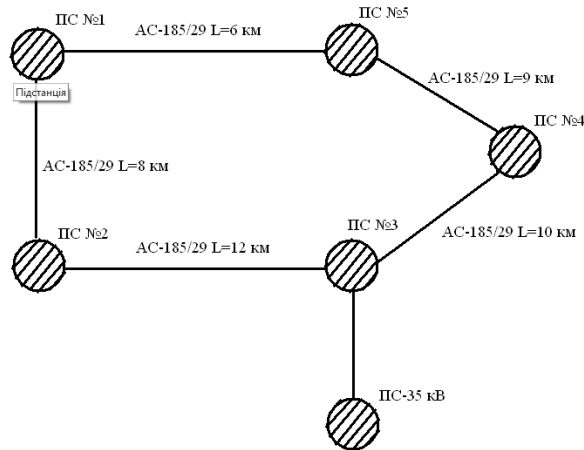


Рисунок 3.1 – Принципова схема енерговузла в нормальному режимі роботи

Розподіл електричних навантажень по вузлах енерговузла наведено у таблиці 3.1.

Таблиця 3.10 – Розподіл електричних навантажень енерговузла

Підстанція	Активне навантаження, МВт	Реактивне навантаження, МВАр	Повна потужність, МВА
ПС №1	15,5	6,5	16,8
ПС №2	22,5	9,1	24,3
ПС №3	16,0	6,8	17,4
ПС №4	16,0	6,4	17,2
ПС №5	15,0	6,2	16,2
Сума	85,0	35,0	92,0

3.8 Розрахунок параметрів електричної мережі

Для виконання розрахунків стаціонарних режимів функціонування енерговузла потрібно встановити електричні характеристики повітряних ліній та силових трансформаторів.

Повітряні лінії 110 кВ виконані проводом марки АС-185/29 на залізобетонних опорах типу П110-3. Питомі параметри лінії становлять:

- питомий активний опір: $r_0 = 0,162 \text{ Ом/км}$;
- питомий індуктивний опір: $x_0 = 0,405 \text{ Ом/км}$;
- питома активна провідність: $g_0 = 2,8 \times 10^{-6} \text{ См/км}$;
- питома ємнісна провідність: $b_0 = 2,74 \times 10^{-6} \text{ См/км}$.

Довжини ділянок кільцевої схеми:

- $l_{1-2} = 8 \text{ км}$ (ПС №1 – ПС №2);
- $l_{2-3} = 12 \text{ км}$ (ПС №2 – ПС №3);
- $l_{3-4} = 10 \text{ км}$ (ПС №3 – ПС №4);
- $l_{4-5} = 9 \text{ км}$ (ПС №4 – ПС №5);
- $l_{5-1} = 6 \text{ км}$ (ПС №5 – ПС №1).

Розрахунок повних опорів ділянок виконується за формулами:

$$R_{ij} = r_0 \cdot l_{ij}, \quad (3.15)$$

$$X_{ij} = x_0 \cdot l_{ij}, \quad (3.16)$$

$$Z_{ij} = \sqrt{(R_{ij}^2 + X_{ij}^2)}. \quad (3.17)$$

Результати розрахунків параметрів ліній наведено в таблиці 3.2.

Таблиця 3.11 – Електричні параметри ділянок кільцевої мережі 110 кВ

Ділянка	Довжина, км	R, Ом	X, Ом	Z, Ом	I _{доп} , А
ПС №1–ПС №2	8	1,296	3,240	3,490	510
ПС №2–ПС №3	12	1,944	4,860	5,235	510
ПС №3–ПС №4	10	1,620	4,050	4,364	510
ПС №4–ПС №5	9	1,458	3,645	3,928	510
ПС №5–ПС №1	6	0,972	2,430	2,618	510

3.9 Розрахунок нормального режиму роботи енерговузла

Розрахунок усталеного режиму роботи кільцевої мережі виконується методом послідовних наближень з використанням рівнянь вузлових напруг.

Для спрощення розрахунків прийнято, що напруга в точці живлення (ПС №1) підтримується постійною на рівні $U_1 = 115 \text{ кВ}$ [17].

Система рівнянь для визначення вузлових напруг має вигляд:

$$Y_{11}U_1 + Y_{12}U_2 + Y_{13}U_3 + Y_{14}U_4 + Y_{15}U_5 = I_1, \quad (3.18)$$

$$Y_{21}U_1 + Y_{22}U_2 + Y_{23}U_3 + Y_{24}U_4 + Y_{25}U_5 = I_2, \quad (3.19)$$

$$Y_{31}U_1 + Y_{32}U_2 + Y_{33}U_3 + Y_{34}U_4 + Y_{35}U_5 = I_3, \quad (3.20)$$

$$Y_{41}U_1 + Y_{42}U_2 + Y_{43}U_3 + Y_{44}U_4 + Y_{45}U_5 = I_4, \quad (3.21)$$

$$Y_{51}U_1 + Y_{52}U_2 + Y_{53}U_3 + Y_{54}U_4 + Y_{55}U_5 = I_5. \quad (3.22)$$

де Y_{ij} – елементи матриці провідностей;

U_i – комплексні напруги вузлів;

I_i – задані струми навантажень.

Результати розрахунку потокорозподілу в нормальному режимі наведено в таблиці 3.3.

Таблиця 3.12 – Розподіл потужностей у нормальному режимі роботи

Ділянка	Потужність, МВт	Струм, А	Завантаження, %
ПС №1–ПС №2	28,5	152	29,8
ПС №2–ПС №3	12,8	68	13,3
ПС №3–ПС №4	-8,2	44	8,6
ПС №4–ПС №5	-21,0	112	22,0
ПС №5–ПС №1	-40,1	214	42,0

3.10 Моделювання аварійної ситуації

Для аналізу роботи енерговузла в аварійних умовах розглянуто критичний випадок – пошкодження повітряної лінії 110 кВ на ділянці ПС №1–ПС №2.

Причиною аварії є механічне пошкодження проводу внаслідок дії стихійних метеорологічних факторів (швидкість вітру 28 м/с при розрахунковій 25 м/с згідно ДБН В.1.2-2:2006) [18].

При відключенні ділянки ПС №1–ПС №2 порушується нормальна структура кільцевої мережі, що призводить до кардинальної зміни потокорозподілу. Вся потужність, яка раніше передавалася через пошкоджену ділянку, повинна бути передана через решту ділянок кільця.

На рис. 3.2 представлено схему енерговузла в аварійному режимі після відключення ПЛ-110 кВ ПС №1–ПС №2.

Розрахунок аварійного режиму показує критичне перевантаження окремих ділянок мережі. Результати розрахунку наведено в таблиці 3.4.

Таблиця 3.13 – Розподіл потужностей в аварійному режимі

Ділянка	Потужність, МВт	Струм, А	Завантаження, %	Перевантаження
ПС №1–ПС №2	0	0	0	відключено
ПС №2–ПС №3	35,3	188	36,9	допустимо
ПС №3–ПС №4	19,3	103	20,2	допустимо
ПС №4–ПС №5	3,3	18	3,5	допустимо
ПС №5–ПС №1	-68,6	366	71,8	КРИТИЧНО

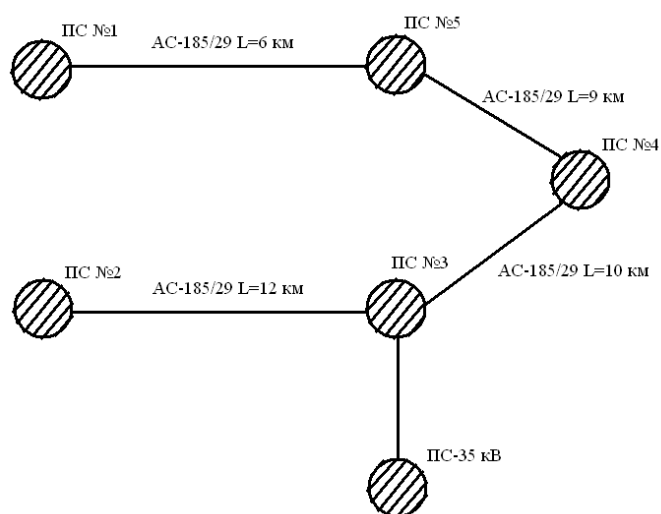


Рисунок 3.2 – Схема енерговузла в аварійному режимі

Як видно з результатів розрахунку, ділянка ПС №5–ПС №1 перевантажена на 71,8%, що перевищує допустимі межі експлуатації та створює загрозу каскадного розвитку аварії.

3.11 Розрахунок режиму з використанням резервної лінії 35 кВ

Для ліквідації критичного перевантаження в аварійному режимі пропонується використання резервної повітряної лінії 35 кВ, яка з'єднує ПС №3 з суміжним енерговузлом. Реалізація даного режиму потребує переведення одного з трансформаторів ПС №3 у режим зворотної трансформації [19].

Резервна лінія 35 кВ виконана проводом АС-120/19 довжиною 15 км. Електричні параметри лінії:

- $R_{35} = 0,249 \times 15 = 3,735 \text{ Ом}$
- $X_{35} = 0,427 \times 15 = 6,405 \text{ Ом}$
- $Z_{35} = \sqrt{(3,735^2 + 6,405^2)} = 7,435 \text{ Ом}$

Допустимий струм лінії 35 кВ складає 390 А, що відповідає передаваній потужності близько 24 МВА.

Для оптимізації режиму роботи необхідно визначити оптимальний перетік через резервну лінію 35 кВ. Розрахунок виконується з умови мінімізації втрат активної потужності в мережі:

$$\Delta P = \sum (I_i^2 \cdot R_i^2). \quad (3.23)$$

де I_i^2 – квадрат струму в i -й ділянці;

R_i – активний опір i -ї ділянки.

Методом послідовних наближень визначено оптимальний перетік через резервну лінію 35 кВ, який становить $P_{35} = 12 \text{ МВт}$.

Результати розрахунку режиму з використанням резервної лінії наведено в таблиці 3.5.

Таблиця 3.14 – Розподіл потужностей з використанням резервної лінії 35 кВ

Ділянка	Потужність, МВт	Струм, А	Завантаження, %	Статус
ПС №1–ПС №2	0	0	0	відключено
ПС №2–ПС №3	23,3	124	24,3	норма
ПС №3–ПС №4	19,3	103	20,2	норма
ПС №4–ПС №5	3,3	18	3,5	норма
ПС №5–ПС №1	-56,6	302	59,2	допустимо
Резерв 35 кВ	12,0	198	50,8	норма

3.12 Аналіз якості електроенергії

Важливим аспектом аналізу аварійних режимів є оцінка впливу на якість електроенергії. Основними показниками якості є відхилення напруги від номінального значення та коливання частоти.

Розрахунок втрат напруги в резервній лінії 35 кВ:

$$\Delta U\% = \frac{P \cdot R + Q \cdot X}{U_{\text{ном}}^2} \cdot 100\%. \quad (3.24)$$

$$\Delta U\% = \frac{12 \cdot 3,735 + 6 \cdot 6,405}{35^2} \cdot 100\% = 6,8\%.$$

Втрати напруги в резервній лінії становлять 6,8%, що не перевищує граничнодопустимих значень 10% для мереж 35 кВ згідно ГОСТ 32144-2013.

Таблиця 3.15 – Порівняльний аналіз режимів роботи енерговузла

Показник	Норма	Аварія	З резервом 35 кВ
Макс. завантаження ліній 110 кВ, %	42,0	71,8	59,2
Втрати потужності, МВт	1,52	2,84	2,15
Мін. напруга у вузлах, кВ	109,2	105,8	107,5
Коеф. надійності	0,95	0,71	0,89

3.13 Алгоритм оперативних перемикань

Для практичної реалізації схеми з використанням резервної лінії 35 кВ розроблено детальний алгоритм оперативних перемикань, який забезпечує безпечне і швидке відновлення електропостачання.

Етап 1. Підготовчі операції (5 хв):

1. Перевірити синхронність напруг на шинах 35 кВ ПС №3 та суміжного енерговузла;
2. Перевести трансформатор Т-2 (25 МВА) на ПС №3 у режим готовності;
3. Підготувати до включення вимикач резервної ПЛ-35 кВ;

Етап 2. Включення резервного живлення (10 хв):

1. Включити вимикач ПЛ-35 кВ на стороні суміжного енерговузла;
2. Включити вимикач ПЛ-35 кВ на ПС №3;
3. Перевести трансформатор Т-2 у режим зворотної трансформації;
4. Включити секційний вимикач 35 кВ;

Етап 3. Оптимізація режиму (15 хв):

1. Поетапно збільшувати навантаження через резервну лінію 35 кВ;
2. Контролювати струми у всіх ділянках мережі 110 кВ;
3. Досягти оптимального розподілу потужностей;
4. Зафіксувати схему в оперативній документації.

Загальний час виконання оперативних перемикань не перевищує 30 хвилин, що відповідає нормативним вимогам для технологічних порушень II категорії.

3.14 Висновки до розділу

У розрахунковому розділі проведено комплексний аналіз технологічних порушень в електромережах ОСР та детальне моделювання роботи кільцевого енерговузла 110 кВ у різних експлуатаційних режимах.

За результатами аналізу технологічного порушення відмови II категорії:

1. Розраховано недовідпуск електроенергії 31,43 МВт•год для 27 аварійно вимкнених ліній з детальною перевіркою по кожному РЕМ, використовуючи методику врахування добової нерівномірності навантаження.

2. Визначено показники надійності електропостачання: SAIDI = 21,1 хв/споживач, SAIFI = 0,0279 відключення/споживач, CAIDI = 12,6 год, що характеризує рівень впливу стихійних явищ на електропостачання.

3. Розраховано загальні економічні втрати 1,56 млн грн, включаючи прямі втрати від недовідпуску електроенергії (101,8 тис. грн), непрямі втрати (254,6 тис. грн) та витрати на аварійно-відновлювальні роботи (1,2 млн грн).

За результатами моделювання енерговузла 110 кВ:

1. Встановлено, що при пошкодженні ділянки ПС №1–ПС №2 виникає критичне перевантаження ділянки ПС №5 – ПС №1 до 71,8%, що створює загрозу каскадного розвитку аварії та порушує допустимі режими експлуатації.

2. Запропоновано техніко-економічно обґрунтоване рішення щодо використання резервної лінії 35 кВ з реалізацією режиму зворотної трансформації на ПС №3. Розрахунками встановлено, що передача 12 МВт через резервну лінію дозволяє знизити максимальне завантаження ліній 110 кВ до 59,2%, що забезпечує надійну роботу енерговузла.

3. Розроблено детальний алгоритм оперативних перемикачів загальною тривалістю 30 хвилин, який забезпечує швидке відновлення нормального режиму електропостачання без відключення споживачів. Втрати напруги в резервній лінії 35 кВ становлять 6,8%, що не перевищує допустимих значень і забезпечує задовільну якість електроенергії.

4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ТА ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

4.1 Заходи щодо забезпечення безпеки при проведенні лабораторних робіт

Розроблений в дипломному проєкті лабораторний практикум «Робочий стіл диспетчера» на базі модуля КП АСТОР призначений для проведення навчальних занять в лабораторіях електроенергетичних спеціальностей та використовується для підготовки майбутніх фахівців оперативно-диспетчерських служб операторів систем розподілу електроенергії.

Навчальна лабораторія обладнана комп'ютерними робочими місцями, що працюють від мережі 230 В змінного струму з системою захисного заземлення TN-S. Живлення навчального обладнання здійснюється від стабілізованих джерел безперебійного живлення (ДБЖ) напругою 230 В. В лабораторії встановлені персональні комп'ютери, сервер з програмою КП АСТОР, мережеве обладнання, проектор та засоби показу навчальних схем електромереж.

Під час проведення лабораторних занять виникають наступні фактори небезпеки: ураження електричним струмом студентів та викладачів при роботі з комп'ютерним обладнанням та мережею 230 В, механічні ушкодження при обслуговуванні навчального обладнання, термічні опіки при контакті з нагрітими поверхнями електронного обладнання, пожежна небезпека при перегріві електронних компонентів, а також електромагнітний вплив на користувачів від моніторів та мережевого обладнання.

З метою запобігання електротравматизму в навчальній лабораторії передбачені комплексні заходи безпеки. Всі струмопровідні частини мережі 230 В закриті захисними ізоляційними кожухами, в силових колах застосована подвійна ізоляція проводів. Корпуси комп'ютерного обладнання та серверів надійно заземлені, а електричні розетки мають ступінь захисту не нижче IP20 та обладнані захисними кришками [20].

Лабораторія оснащена пристроями захисного відключення з номінальним диференційним струмом 30 мА для мережі 230 В та стабілізаторами напруги

для захисту навчального обладнання від перепадів напруги. Всі металеві корпуси електроустановок під'єднані до системи захисного заземлення, передбачено автоматичне відключення живлення при виникненні аварійних ситуацій [21].

Для забезпечення безпеки при роботі з програмним комплексом АСТОР, що імітує роботу з високовольтними об'єктами електромереж, встановлено попереджувальні плакати про особливості роботи з оперативно-технічною документацією. Всі навчальні матеріали містять інформацію про реальні небезпеки роботи диспетчера та необхідність дотримання правил техніки безпеки в реальних умовах експлуатації [22].

Температурний контроль в лабораторії здійснюється шляхом постійного моніторингу температури навчального обладнання з автоматичним відключенням при досягненні критичних температур. Передбачено захист електронних компонентів від перегріву за допомогою систем вентиляції та кондиціонування повітря. На робочих місцях розміщені індикатори стану обладнання: наявність живлення, з'єднання з сервером, режим роботи програми, сигналізація про несправності.

Оскільки в навчальній лабораторії присутні електронні компоненти та полімерні матеріали, що можуть загорітися, в приміщенні обов'язково розміщуються засоби пожежогасіння. Матеріали, які можуть загорітися в процесі експлуатації: ізоляція проводів, друковані плати, корпуси електронних компонентів, кабелі передачі даних, меблі. Основними засобами пожежогасіння для електроустановок є вогнегасник вуглекислотний типу ВВК-2 або ВВК-5, вогнегасник порошковий типу ВП-5 та план евакуації з чітко позначеними шляхами виходу.

4.2 Розрахунок захисного заземлення для навчальної лабораторії

Згідно з вимогами ПУЕ та ДНАОП 0.00-1.21-98, всі електроустановки напругою понад 50 В змінного струму повинні мати систему захисного

заземлення. Навчальна лабораторія працює з мережею 230 В змінного струму, тому обов'язково потребує влаштування захисного заземлення [23].

Захисне заземлення являє собою навмисне електричне з'єднання з землею або її еквівалентом металевих неструмопровідних частин навчального комп'ютерного обладнання, які можуть опинитися під напругою внаслідок пошкодження ізоляції. Призначення захисного заземлення полягає в зменшенні напруги дотику до безпечної величини при замиканні фази на корпус.

Для розрахунку заземлення використано наступні вихідні дані: тип ґрунту - суглинок зі значенням питомого опору $\rho = 100 \text{ Ом}\cdot\text{м}$, глибина промерзання ґрунту 0,8 м, тип заземлювача - вертикальні стрижні довжиною 2,5 м діаметром 12 мм, глибина закладання з'єднувальної смуги 0,7 м. Допустимий опір заземлення для установок до 1000 В становить $R_{\text{доп}} = 4 \text{ Ом}$.

Опір вертикально забитого в землю електрода визначається за формулою:

$$R_{\text{ел}} = \left(\frac{\rho}{2\pi l} \right) \cdot \left(\ln \left(2 \frac{l}{d} \right) + 0.5 \cdot \ln \left(\frac{4t + l}{4t - l} \right) \right). \quad (4.1)$$

де $\rho = 100 \text{ Ом}\cdot\text{м}$ – питомий опір ґрунту;

$l = 2,5 \text{ м}$ – довжина електрода;

$d = 0,012 \text{ м}$ – діаметр електрода;

$t = 0,7 + 2,5/2 = 1,95 \text{ м}$ – відстань від поверхні землі до центру електрода.

$$\begin{aligned} R_{\text{ел}} &= \left(\frac{100}{2\pi \cdot 2.5} \right) \cdot \left(\ln \left(2 \frac{2.5}{0.012} \right) + 0.5 \cdot \ln \left(\frac{4 \cdot 1.95 + 2.5}{4 \cdot 1.95 - 2.5} \right) \right) = \\ &= 6.37 \cdot (\ln(416.7) + 0.5 \cdot \ln(1.44)) = 6.37 \cdot (6.03 + 0.18) = 39.6 \text{ Ом}. \end{aligned}$$

Необхідна кількість заземлювачів визначається за формулою:

$$n = \frac{R_{\text{ел}}}{\eta \cdot R_{\text{доп}}}. \quad (4.2)$$

де $\eta = 0,69$ – коефіцієнт використання заземлювачів для $n = 4$.

Отже:

$$n = \frac{39,6}{0,69 \cdot 4} = 14,3 \approx 15 \text{ шт.}$$

Приймаємо 15 вертикальних заземлювачів, розташованих по колу діаметром 12 м.

Опір з'єднувальної смуги розраховується за формулою:

$$R_{\text{см}} = \left(\frac{\rho}{2\pi l_{\text{см}}} \right) \cdot \ln \left(\frac{l_{\text{см}}^2}{bh} \right). \quad (4.3)$$

де $l_{\text{см}} = \pi \cdot 12 = 37,7$ м – довжина смуги;

$b = 0,04$ м – ширина смуги;

$h = 0,7$ м – глибина закладання.

$$R_{\text{см}} = \left(\frac{100}{2\pi \cdot 37,7} \right) \cdot \ln \left(\frac{37,7^2}{0,04 \cdot 0,7} \right) = 0,42 \cdot \ln(50536) = 4,5 \text{ Ом.}$$

Загальний опір заземлюючого пристрою становить:

$$R_{\text{заг}} = \frac{R_{\text{ел}} \cdot R_{\text{см}}}{\frac{R_{\text{ел}}}{n} + R_{\text{см}} \cdot \eta_{\text{см}}}. \quad (4.4)$$

де $\eta_{\text{см}} = 0,45$ – коефіцієнт використання з'єднувальної смуги.

$$R_{\text{заг}} = \frac{39,6 \cdot 4,5}{\frac{39,6}{15} + 4,5 \cdot 0,45} = \frac{178,2}{2,64 + 2,03} = 3,8 \text{ Ом}$$

Отриманий опір $R_{\text{заг}} = 3,8 \text{ Ом} < R_{\text{доп}} = 4 \text{ Ом}$, що задовольняє вимогам ПУЕ для мережі змінного струму 230 В.

4.3 Заходи безпеки життєдіяльності при проведенні лабораторних занять

З метою забезпечення безпечних умов проведення лабораторних занять передбачені комплексні технічні та організаційні заходи [24]. Живлення навчального обладнання здійснюється через стабілізовані джерела безперебійного живлення напругою 230 В, що значно підвищує надійність роботи при коливаннях напруги мережі. Всі електричні з'єднання виконані проводами з подвійною ізоляцією, корпуси комп'ютерів та навчального обладнання мають ступінь захисту IP20 та надійне заземлення.

Лабораторія оснащена пристроями автоматичного відключення при перевищенні максимально допустимої температури обладнання, виникненні струмів витоку в мережі 230 В, пошкодженні ізоляції живлення, перевантаженні системи та відхиленнях напруги за межі робочого діапазону. Передбачено головний вимикач для живлення лабораторії.

Для забезпечення інформаційної безпеки при роботі з програмним комплексом АСТОР застосовуються спеціальні заходи. Всі навчальні комп'ютери захищені обмеженими правами доступу та системами авторизації. Використовуються ізольовані навчальні бази даних, що не містять реальної конфіденційної інформації енергопідприємств. Встановлено антивірусний захист та системи резервного копіювання навчальних матеріалів.

Перед початком проведення лабораторних робіт всі студенти повинні пройти обов'язковий інструктаж з техніки безпеки при роботі з комп'ютерним обладнанням. Викладач зобов'язаний ознайомити студентів з правилами роботи в лабораторії, розташуванням засобів пожежогасіння, планом евакуації та порядком дій при нештатних ситуаціях. Не рідше одного разу на семестр проводиться перевірка знань студентів з техніки безпеки.

При роботі в лабораторії студенти зобов'язані дотримуватися наступних правил: не торкатися оголених провідників та контактів, не розкривати корпуси обладнання без дозволу викладача, повідомляти про всі несправності та

незвичні явища. Викладач здійснює постійний контроль за дотриманням правил техніки безпеки та має право припинити заняття при виявленні порушень.

Для запобігання пожежі та її локалізації передбачено автоматичне відключення при перегріві компонентів, використання негорючих матеріалів для облаштування лабораторії, встановлення датчиків диму та спеціальні засоби пожежогасіння для електроустановок. При виявленні пошкодження ізоляції або несправностей обладнання необхідно негайно відключити живлення та повідомити відповідальну за лабораторію особу.

При виникненні пожежі слід негайно відключити електричне живлення головним вимикачем, організувати евакуацію людей з приміщення, використати вуглекислотний або порошковий вогнегасник для гасіння. Категорично заборонено використовувати воду для гасіння електроустановок під напругою. Дотримання зазначених заходів безпеки забезпечує безпечне проведення лабораторних занять.

4.4 Ергономічні вимоги до організації навчальних робочих місць

Робочі місця студентів в лабораторії повинні відповідати ергономічним вимогам для забезпечення комфортних та безпечних умов навчання [25]. Висота робочої поверхні столів повинна становити 720-760 мм, глибина - не менше 800 мм, ширина - не менше 1000 мм. Під столом має бути достатньо місця для ніг (не менше 500 мм по ширині, 450 мм по глибині, 650 мм по висоті).

Монітори мають розташовуватися на відстані 500-700 мм від очей студента, верхня частина екрану - на рівні очей або дещо нижче. Кут нахилу екрану повинен становити 10-20° назад від вертикалі. Клавіатура розміщується на висоті 650-750 мм від підлоги з можливістю регулювання кута нахилу в межах 5-15°.

Освітленість в навчальній лабораторії повинна становити 400-500 лк при роботі з документами та 300-400 лк при роботі з комп'ютером. Співвідношення яскравості між екраном монітора та навколишнім фоном не повинно

перевищувати 3:1. Лабораторія має бути обладнана регульованими джерелами освітлення з можливістю зміни інтенсивності.

Температура повітря в приміщенні підтримується в межах 20-24°C, відносна вологість - 40-60%, швидкість руху повітря - не більше 0,3 м/с. Рівень шуму не повинен перевищувати 45 дБА для забезпечення комфортних умов навчання. Для зменшення електромагнітного випромінювання використовуються сучасні LCD або LED монітори з низьким рівнем емісії.

Крісла студентів мають бути регульованими по висоті (400-500 мм), з підтримкою спини. Поверхня сидіння повинна бути м'якою, з нековзною поверхнею. Для профілактики втоми під час тривалих лабораторних занять рекомендуються регулярні перерви (5-10 хвилин кожну годину) та комплекс вправ для очей і хребта.

Навчальна лабораторія повинна мати достатню площу з розрахунку не менше 6 м² на одне робоче місце. Проходи між рядами столів - не менше 1,5 м, від останнього ряду до стіни - не менше 1,0 м. Двері лабораторії повинні відкриватися назовні, ширина евакуаційних проходів - не менше 1,2 м.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. В результаті проведених досліджень у кваліфікаційній роботі було знайдено рішення поставленої задачі. Розроблено лабораторний практикум «Робочий стіл диспетчера» на базі однойменного модуля програмного комплексу АСТОР, який забезпечує якісну підготовку майбутніх фахівців оперативно-диспетчерських служб операторів систем розподілу електроенергії у сфері ведення оперативно-технічної документації.

2. Проведено детальний аналіз об'єднаної енергетичної системи України та специфіки роботи оперативно-диспетчерських служб. Досліджено сучасні автоматизовані системи управління в електроенергетиці: ЕНЕРГІЯ КБ «СТРИЛА», SYNDIS та АСТОР. Виявлено, що впровадження цифрових технологій в диспетчерське управління є критично важливим для забезпечення надійності електропостачання в умовах воєнного стану та інтеграції до європейської енергосистеми.

3. Розроблено комплексну методику навчання роботі з модулем «Робочий стіл диспетчера». Методика охоплює детальні покрокові інструкції з ведення журналу аварійних вимкнень, оформлення заявок на вивід обладнання в ремонт, розслідування технологічних порушень та формування звітної документації. Створено систему практичних завдань з використанням реальних виробничих даних АТ «ТЕРНОПІЛЬОБЛЕНЕРГО».

4. Впроваджено в навчальних цілях автоматизовану систему обліку та класифікації технологічних порушень в електромережах. Система забезпечує ведення електронного документообігу з автоматичним формуванням звітів НЕРК-11, 57-Енерго та журналу цехового обліку технологічних порушень. Застосовано двокомпонентну класифікацію порушень за технічними та організаційними причинами з 19 та 14 підкатегоріями відповідно.

5. Впроваджено в навчальних цілях інтегровану систему управління аварійними ситуаціями з автоматичним створенням заявок на ремонт. Система забезпечує безперервний ланцюг від фіксації технологічного порушення до планування заходів запобігання подібним випадкам у майбутньому.

Реалізовано автоматичне інформування споживачів через офіційний сайт ОСР та колл-центр.

6. Адаптовано спеціалізований модуль формування звітної документації для навчальних потреб, який автоматизує створення всіх форм державної звітності. Модуль містить систему перевірки дублювання подій, валідації даних та експорту у стандартні формати Microsoft Excel. Застосовано чотириетапну систему контролю якості звітів з індикаторами готовності кожної стадії.

7. Адаптована система забезпечує точне ведення оперативних журналів з автоматичним заповненням даних про вимкнені ДНО, населені пункти та комутаційні апарати на основі дерева живлення електромереж. Точність досягається завдяки синхронізації з SCADA-системами та використанню цифрових схем електромереж у графічно-інформаційному редакторі.

8. Впроваджено в навчальному процесі повну систему електронного документообігу з електронними підписами членів комісії розслідування. Система має функції контролю термінів розслідування, автоматичного повідомлення про прострочення та збереження повної історії всіх операцій з документами для забезпечення прозорості процесів.

9. Розроблений лабораторний практикум поєднує переваги професійних виробничих систем - повний функціонал та реальні дані - з доступністю навчального процесу через безпечне середовище та можливість симуляції різних сценаріїв. Практикум забезпечує підготовку фахівців, які можуть одразу після закінчення університету працювати з реальними диспетчерськими системами без додаткового навчання.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Електроенергетична система України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://osvita.ua/vnz/reports/management/15206/>.
2. Правила технічної експлуатації електричних станцій і мереж [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://forca.com.ua/knigi/pravila/tehnichna-ekspluataciya-elektrichnih-stancii-i-merezh_10.html.
3. Дідич Н. Сучасні автоматизовані системи управління [Електронний ресурс] // ТНТУ. – 2019. – Режим доступу: https://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/lib/30399/2/IMST_2019_Didych_N-Modern_automated_control_systems_40.pdf.
4. Кодекс системи передачі [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/main/v0309874-18>.
5. Про ринок електричної енергії. Стаття 44. Диспетчерське (оперативно-технологічне) управління [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://protocol.ua/ua/pro_rinok_elektrichnoi_energii_vid_13_04_2017_2019_viii_stattya_44/.
6. Mikronika – системи автоматизації та управління [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.mikronika.pl/>.
7. Бартошевський Р. Розробка програмно-методичного навчального комплексу для обслуговування електричних мереж на базі пакету «АСТОР» [Електронний ресурс] // ТНТУ. – Режим доступу: <https://elartu.tntu.edu.ua/handle/lib/46879>.
8. Кодекс систем розподілу [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/v0310874-18#Text>.
9. Державна інспекція енергетичного нагляду України. Графіки аварійного відключення електропостачання [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://sies.gov.ua/news/grafiki-avarijnogo-vidklyuchennya-elektropostachannya-yak-koli-i-dlya-chogo>.

10. Про затвердження Правил виконання оперативних перемикачів в електроустановках [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ips.ligazakon.net/document/RE31663>.

11. Про затвердження Інструкції про розслідування і облік технологічних порушень на об'єктах електроенергетики і в об'єднаній енергетичній системі України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ips.ligazakon.net/document/RE11445>.

12. ГКД 34.20.661-2003. Правила організації технічного обслуговування та ремонту обладнання будівель і споруд електростанцій та мереж. – К.: Міністерство палива та енергетики України, 2019. – 156 с.

13. Оперативний журнал [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ips.ligazakon.net/document/TM058906>.

14. Електричні схеми [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ips.ligazakon.net/document/TM058896>.

15. Про затвердження Правил виконання оперативних перемикачів в електроустановках [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0211-18#Text>.

16. Про затвердження форм звітності № 11-НКРЕ (квартальна) „Звіт щодо показників надійності електропостачання” [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1384-13#Text>.

17. Про затвердження Переліку форм звітності Міністерства палива та енергетики України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0352558-08#Text>.

18. ГКД 34.20.507-2003. Технічна експлуатація електричних станцій і мереж. Правила. – К.: Міністерство палива та енергетики України, 2003. – 312 с.

19. Кулик В.В., Кіселичник О.П. Перехідні процеси в електроенергетичних системах: навчальний посібник. – К.: НТУУ «КПІ», 2018. – 428 с.

20. ДБН В.1.2-2:2006. Навантаження і впливи. Норми проектування. – К.: Мінбуд України, 2006. – 78 с.

21. Романюк Ю.Ф., Соломчак О.В. Електричні системи та мережі: лабораторний практикум. – Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2010. – 63 с.
22. Правила улаштування електроустановок. – 7-е вид., перероб. і доп. – Харків: Форт, 2017. – 760 с.
23. ДНАОП 0.00-1.21-98. Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів. – К.: Держнаглядохоронпраці України, 1998. – 192 с.
24. ДСТУ 2293-99. Охорона праці. Терміни та визначення основних понять. – К.: Держстандарт України, 1999. – 18 с.
25. ДСТУ ISO 9241-5:2019. Ергономіка взаємодії людина-система. Частина 5. Ергономічні вимоги до робочого місця та навколишнього середовища (ISO 9241-5:1998, IDT). – К.: ДП "УкрНДНЦ", 2019. – 17 с.

ДОДАТОК 1
Фрагмент звіту NERC-11

№ з/п перерви в електропостачанні	Код джерела інформації	Диспетчерська назва обладнання*	Рівень напруги				Перелік обладнання з Технічної характеристики	Класифікація перерв						Дата та час початку перерви дд.мм.рррр гг:хх	Дата та час кінця перерви дд.мм.рррр гг:хх	Тривалість перерви, хв.	Тип перерви	На рівні напруги до 0,4 кВ				На рівні напруги 6 - 20 кВ		На рівні напруги 27,5 – 35 кВ	На рівні напруги 110 / 154 кВ	Примітки
								заплановані перерви		незаплановані (аварійні) перерви								міські населені пункти		сільські населені пункти		міські населені пункти	сільські населені пункти			
			з попередженням	без попередження	з вини інших ліцензіатів або споживачів	форс-мажорні обставини		з вини інших осіб	технологічні порушення в мережах ліцензата	кількість власних трансформаторів 35-6/0,4, шт.	кількість точок продажу електричної енергії на рівні напруги 0,4кВ, шт.	кількість власних трансформаторів 35-6/0,4, шт.	кількість точок продажу електричної енергії на рівні напруги 0,4кВ, шт.					кількість точок продажу електричної енергії, шт.	кількість точок продажу електричної енергії, шт.							
			4	5	6	7		8	9	10	11	12	13					14	15	16	17	18	19			
Всього: 0 відключень			0	0	0	0		0	0	0	0	0	0				д-0/к-0	0	0	0	0	0	0	0	0	
1	02	КТП-480201(Т-1);КТП-480219(Т-1);КТП-480466(Т-1);КТП-480202(Т-1);			х			х						01.05.2025 11:20:00	01.05.2025 16:20:00	300	Довга	0	0	4	137					
2	02	КТП-480270(Т-1);КТП-480021(Т-1);КТП-480250(Т-1);КТП-480287(Т-1);КТП-480286(Т-1);СКТП-480381(а6)(Т-1);СКТП-480525(а6)(Т-1);КТП-480027(Т-1);КТП-480023(Т-1);СКТП-480249(а6)(Т-1);			х			х						01.05.2025 11:45:00	01.05.2025 16:00:00	255	Довга	1	1	9	385					

Додаток 2
Форма 57-Енерго

[illegible]

Звітність

3BIT

**щодо технологічних порушень цехового обліку на
об'єктах розподільчих електричних мереж, які знаходяться в експлуатації
за травень 2025 року**

Подають:	Терміни подання	Форма № 57 - енерго
Електропередавальні організації, які здійснюють постачання електричної енергії споживачам за регульованим тарифом - інспекціям Держенергонагляду в АР Крим, областях, містах Києві та Севастополі, ГІОЦ Мінпаливенерго України	10 числа після звітного періоду	(Місячна) ЗАТВЕРДЖЕНО наказ Мінпаливенерго України “01” липня 2008р. № 352
Інспекції Держенергонагляду в АР Крим, областях, містах Києві та Севастополі – інспекціям Держенергонагляду у регіонах	15 числа після звітного періоду	за погодженням з Держкомстатом України
Інспекції Держенергонагляду у регіонах - Головдерженергонагляду	20 числа після звітного періоду	(поштова, електронна)

Респондент:
Найменування

Місцезнаходження:

(поштовий індекс, область / АР Крим, район, населений пункт, вулиця / провулок, площа тощо, N будинку / корпусу / N квартири / офісу).

Електрична мережа напругою до 1000 В

Всього сталося технологічних порушень:

- у звітному місяці 93
- з початку року 336

№ з/п	Класифікаційні ознаки організаційних причин	Кількість	Недовідпуск електроенергії
			(тис. кВт·годин)
А	Б	1	2
1	Помилкові дії оперативного персоналу	0	0,00
2	Помилкові дії керівного персоналу	0	0,00
3	Помилкові дії персоналу служб, лабораторій, цехів, відділів	0	0,00
4	Помилкові дії ремонтного персоналу	0	0,00
5	Незадовільне технічне обслуговування	58	1,50
6	Незадовільна якість нормативної документації	0	0,00
7	Дефекти проекту	0	0,00
8	Дефекти конструкції	0	0,00
9	Дефекти виготовлення	0	0,00
10	Дефекти монтажу і налагодження	0	0,00
11	Дефекти ремонту	2	0,02
12	Дефекти будівництва	0	0,00
13	Стихійні явища	28	0,63
14	Вплив сторонніх осіб та організацій	5	0,05
Всього		93	2,21

№ з/п	Класифікаційні ознаки технічних причин	Кількість	Недовідпуск електроенергії
			(тис. кВт·годин)
А	Б	1	2
1	Невідповідність матеріалів вузлів та деталей устаткування вимогам чинних нормативних документів	0	0,00
2	Дефекти зварювання, пайки	0	0,00
3	Дефект механічного з'єднання	0	0,00
4	Механічне зношення	0	0,00

5	Корозійне пошкодження	0	0,00
6	Ерозійне зношення	0	0,00
7	Порушення щільності	0	0,00
8	Відхилення вібраційного стану від нормативного	0	0,00
9	Вибух	0	0,00
10	Термічне пошкодження	0	0,00
11	Електродугове пошкодження	4	0,21
12	Дефект електричної ізоляції	1	0,02
13	Порушення електричного контакту	3	0,05
14	Механічне пошкодження, руйнування	34	0,96
15	Пожежа	0	0,00
16	Вичерпання ресурсу	0	0,00
17	Некласифіковані причини	51	0,96
Всього		93	2,21

ДОДАТОК 3

ЖУРНАЛ
цехового обліку технологічних порушень

назва цеху, служби тощо								
Устаткування, вузол, конструкція, споруда де виникло порушення	Дата і час виникнення порушення	Ознака порушення, класифікаційна група	Назва порушення, короткий опис обставин і причин	Прізвище, ініціали та посади тих, хто проводив розслідування порушення	Підписи членів комісії	Тривалість простою від виникнення порушення до введення в роботу, година, доба	Заходи, запропоновані комісією, що розслідувала порушення та термін їх виконання	Відмітка про виконання заходів, дата, підпис
1	2	3	4	5	6	7	8	9
ПС-35/10 кВ №14 В-10 Т-1	01.05.2025р. 12 год. 42 хв.	Технічна - 1.19; Організаційна - 2.13	Опис: На ПС-35/10 кВ №14 спрацював В-10 Т-1; Причина: КЗ на Ф-10 кВ; Пориви вітру	- Заступник начальника; - Начальник СПС 35 кВ і вище; - Майстер		0 год. 0 хв.	Провести огляд обладнання ПС. До 21.05.2025р.	
ПЛ-10 кВ Л-12-25 В-10 Л-25	01.05.2025р. 12 год. 43 хв.	Технічна - 1.19; Організаційна - 2.5	Опис: На ПС-35/10 кВ №14 спрацював В-10 Л-25; Причина: пошкоджень не виявлено, РПВ-успішне	- Інженер з ремонту; - Головний інженер; - Диспетчер; - Начальник РЕМ; - Майстер		0 год. 52 хв.	Періодичний піший обхід ПЛ у сприятливу погоду До 07.09.2025р.	
ПЛ-10 кВ Л-12-53 В-10 Л-53	01.05.2025р. 13 год. 32 хв.	Технічна - 1.19; Організаційна - 2.5	Опис: На ПС-35/10 кВ №12 спрацював В-10 Л-53; Причина: пошкоджень не виявлено	- Головний інженер; - Майстер; - Інженер з ремонту; - Начальник РЕМ		0 год. 1 хв.	Позачерговий огляд ПЛ (на автомобілі) у сприятливу погоду До 10.05.2025р.	Виконано 01.05.2025
ПЛ-10 кВ Л-1-28 В-10 Л-28	01.05.2025р. 15 год. 30 хв.	Технічна - 1.19; Організаційна - 2.5	Опис: На ПС-35/10 кВ №1 спрацював В-10 Л-28; Причина: пошкоджень не виявлено, РПВ-успішне	- Інженер з ремонту; - Головний інженер; - Диспетчер; - Начальник РЕМ; - Майстер		0 год. 1 хв.	Періодичний піший обхід ПЛ у сприятливу погоду До 07.09.2025р.	

ДОДАТОК 4

Лабораторна робота № 1.

Тема: Автоматизація оперативно-технічної документації. Заявки на вивід обладнання в ремонт.

Мета роботи: ознайомитися з функціональними можливостями модуля «Заявки на вивід обладнання в ремонт», навчитися правильно оформлювати заявки на виведення обладнання в плановий та аварійний ремонт, опрацьовувати маршрути погодження, а також закріпити навички ведення оперативно-технічної документації в електронному середовищі.

Короткі теоретичні відомості

Автоматизована система технічного обслуговування та ремонтів (АСТОР) — спеціалізований програмний комплекс, призначений для автоматизованого ведення оперативно-технічної документації, управління ремонтами, обліку аварійних ситуацій, технічного стану обладнання та планування технічного обслуговування в енергетичних підприємствах. Система дозволяє забезпечити централізований контроль, підвищити точність обліку, оптимізувати робочі процеси та зменшити ймовірність помилок при оформленні документації. Загальний вигляд інтерфейсу ПК АСТОР 8 Експлуатація зображено на рисунку 1.

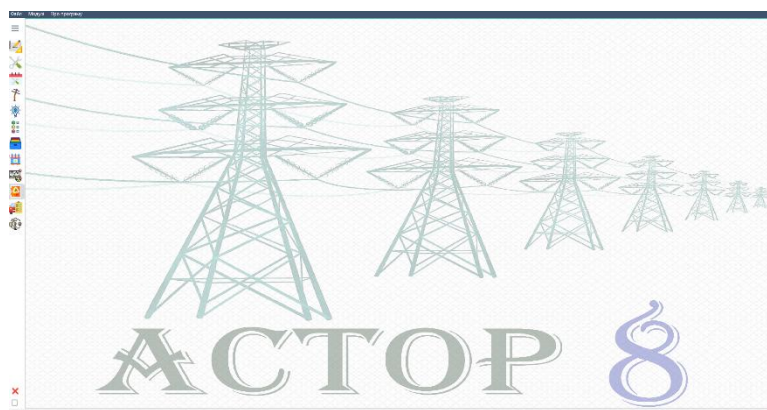


Рисунок 1 – Загальний інтерфейс програми АСТОР 8 Експлуатація

Заявки на вивід обладнання в ремонт являють собою оперативно-технічний документацію, що оформляється відповідальним персоналом з метою тимчасового виведення з роботи електрообладнання для проведення ремонтних, профілактичних або регламентних робіт. Заявка містить інформацію про об'єкт, тип та причину виведення, перелік комутаційних операцій, терміни виконання робіт і узгоджується у встановленому порядку з диспетчерською службою та іншими зацікавленими сторонами з урахуванням режимів роботи мережі та безпеки споживачів. Оформлення заявок на вивід обладнання в ремонт у ПК АСТОР

У КП АСТОР оформлення заявок на вивід обладнання в ремонт здійснюється через спеціальний модуль, що дозволяє:

- створювати заявки з вказанням типу робіт (плановий, аварійний, режимний тощо);
- обирати об'єкти, які виводяться з експлуатації (лінії, ТП, ПС тощо);
- зазначати перелік комутаційних апаратів, терміни робіт та заходи безпеки;
- автоматично направляти заявки на погодження диспетчерському персоналу, керівництву та іншим відповідальним особам;
- контролювати статус погодження та виконання заявки в реальному часі;
- фіксувати факт відкриття та закриття заявки з точними позначками дати і часу.

Цифрове оформлення в АСТОР дозволяє уникнути паперової бюрократії, пришвидшити процес погодження, а також забезпечити повну простежуваність та збереження історії виконаних робіт.

Завдання до лабораторної роботи

1. Створити заявку на вивід обладнання в ремонт згідно варіанту таблиці 1.
2. Виконуючи всі кроки узгодження, підписання, довести її до стадії «Дозволена».
3. Відкрити та закрити заявку, із вказанням точного часу.

4. Оформити звіт про виконання даної роботи. В додаток до звіту прикріпити скріншот закритої заявки та протоколу роботи із заявкою, та роздрукований варіант заявки.

5.

Таблиця 1

Варіант	Тип заявки	ДНО	Причина	Стан споживачів	Періодичність	Тривалість
1	Планова	ПЛ-10 кВ Л-148-33 Козова	Поточний ремонт	З відключенням	неперервна	4 год.
2	Непланова	ПЛ-10 кВ Л-148-32 Козова	Додатковий ремонт	З відключенням	неперервна	5 год.
3	Суміжна	ПЛ-0,4 кВ від КТП-340029 Л-2	Капітальний ремонт	З відключенням	неперервна	5 год.
4	Аварійна	ПЛ-10 кВ Л-148-10 Козова	Аварійний ремонт	З відключенням	неперервна	2,5 год
5	Режимна	ПЛ-110 кВ Тернопільська-Теребовля	Режимні заходи	Без відключення	щоденна	10 днів
6	Планова	ПЛ-10 кВ Л-147-15 Козлів	Капітальний ремонт	З відключенням	Щоденна	4 дні
7	Непланова	ЩТП-340376 с. Ценів	Додатковий ремонт	З відключенням	неперервна	2 год.
8	Аварійна	ПЛ-0,4 кВ від КТП-340369 Л-3	Аварійний ремонт	З відключенням	неперервна	1 год.
9	Режимна	ПЛ-35 кВ Козова-Денисів	Режимні заходи	Без відключення	щоденна	5 днів
10	Планова	ПЛ-10 кВ Л-127-26 Денисів	Додатковий ремонт	Без відключення	неперервна	3 год
11	Непланова	ПЛ-10 кВ Л-127-25 Денисів	Увімкнення згідно дозволу	З відключенням	неперервна	1 год
12	Планова	ПЛ-0,4 кВ від КТП-340367 Л-2	Реалізація інвестпрограми	Без відключення	щоденна	11 днів
13	Аварійна	КТП-340118 смт.Козлів	Аварійний ремонт	З відключенням	неперервна	3 год.

14	Непланова	ПЛ-10 кВ Л-148-32 Козова	Вимкн. Згідно ф-ми	З відключенням	неперервна	0,5 год.
15	Режимна	ПЛ-35 кВ Козова-Денисів	Режимні заходи	Без відключення	щоденна	5 днів

Порядок виконання лабораторної роботи

Для початку роботи необхідно відкрити середовище АСТОР 8 Експлуатація, меню «Робочий стіл диспетчера», модуль «Заявки на вивід обладнання в ремонт» (рис.2).

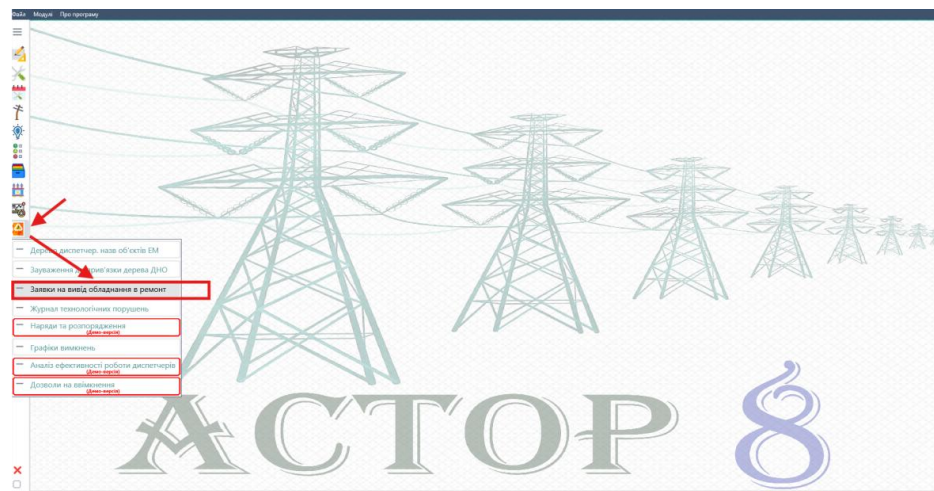


Рисунок 2 – Перехід в модуль «Робочий стіл диспетчера»

На рисунку 3 зображено загальний вигляд модуля «Заявки на вивід обладнання в ремонт».

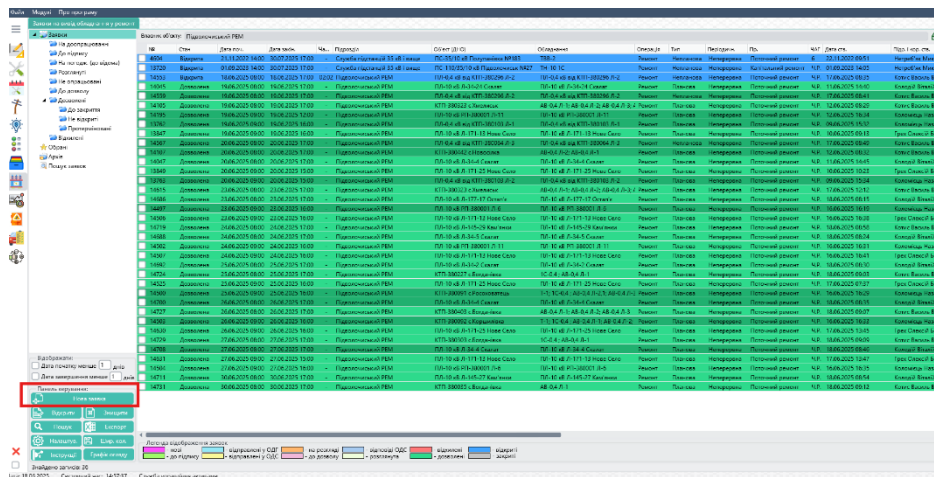
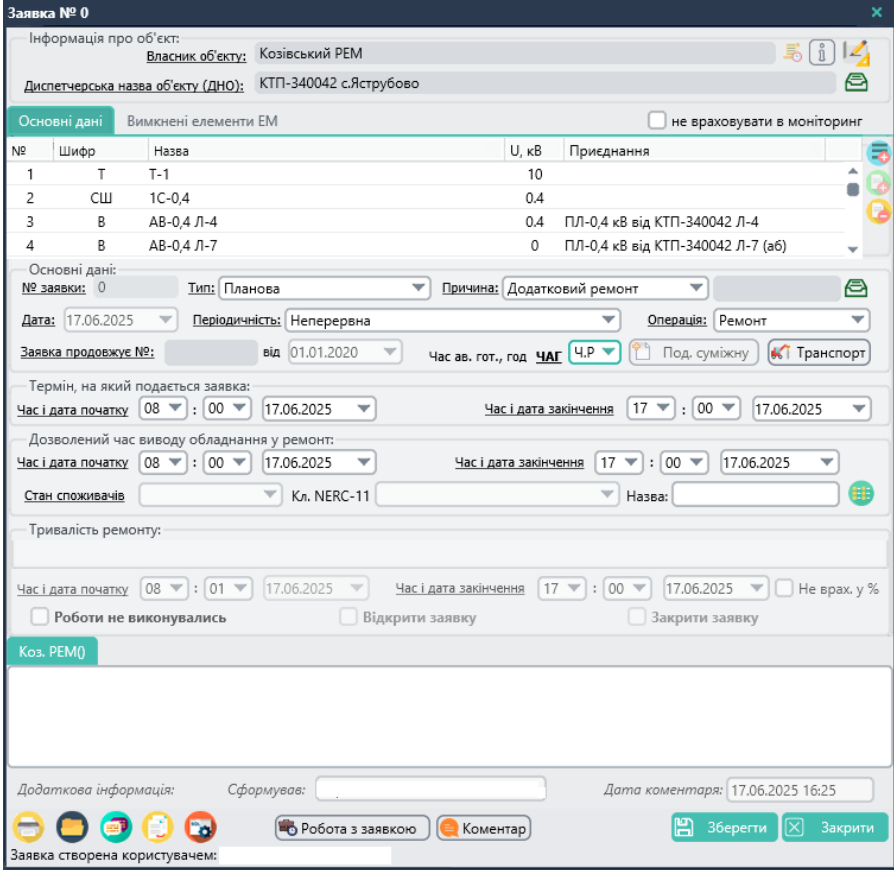


Рисунок 3 – Загальний вигляд модуля «Робочий стіл диспетчера»

Для створення нової заявки необхідно натиснути кнопку  **Нова заявка** на панелі керування в нижньому лівому куті екрану, після чого висвітлиться спливаюче вікно пустої заявки на вивід обладнання в ремонт, де необхідно внести дані про об'єкт, на який подається дана заявка (рис. 4).



Заявка № 0

Інформація про об'єкт:
 Власник об'єкту: Козівський РЕМ
 Диспетчерська назва об'єкту (ДНО): КТП-340042 с.Яструбово

Основні дані | Вимкнені елементи ЕМ ☐ не враховувати в моніторинг

№	Шифр	Назва	U, кВ	Приєднання
1	T	T-1	10	
2	СШ	1С-0,4	0,4	
3	В	АВ-0,4 Л-4	0,4	ПЛ-0,4 кВ від КТП-340042 Л-4
4	В	АВ-0,4 Л-7	0	ПЛ-0,4 кВ від КТП-340042 Л-7 (а6)

Основні дані:
 № заявки: 0 | Тип: Планова | Причина: Додатковий ремонт | 
 Дата: 17.06.2025 | Періодичність: Неперервна | Операція: Ремонт
 Заявка продовжує №: від 01.01.2020 | Час ав. гот., год **ЧАГ** **Ч.Р** |  Под. суміжну  Транспорт
 Термін, на який подається заявка:
 Час і дата початку 08 : 00 17.06.2025 | Час і дата закінчення 17 : 00 17.06.2025
 Дозволений час виводу обладнання у ремонт:
 Час і дата початку 08 : 00 17.06.2025 | Час і дата закінчення 17 : 00 17.06.2025
 Стан споживачів | Кл. NERC-11 | Назва:
 Тривалість ремонту:
 Час і дата початку 08 : 01 17.06.2025 | Час і дата закінчення 17 : 00 17.06.2025 | ☐ Не врах. у %
☐ Роботи не виконувались ☐ Відкрити заявку ☐ Закрити заявку

Коз. РЕМ

Додаткова інформація: Сформував: | Дата коментаря: 17.06.2025 16:25
                        

«Вимкнені елементи ЕМ» та натискаємо кнопку , після чого автоматично підтягнуться всі ДНО, які будуть вимикатись (рис. 5). За необхідності їх можна редагувати , додаючи , або видаляючи  певні ДНО (в залежності від схеми нормального режиму та при відхиленні від нього).

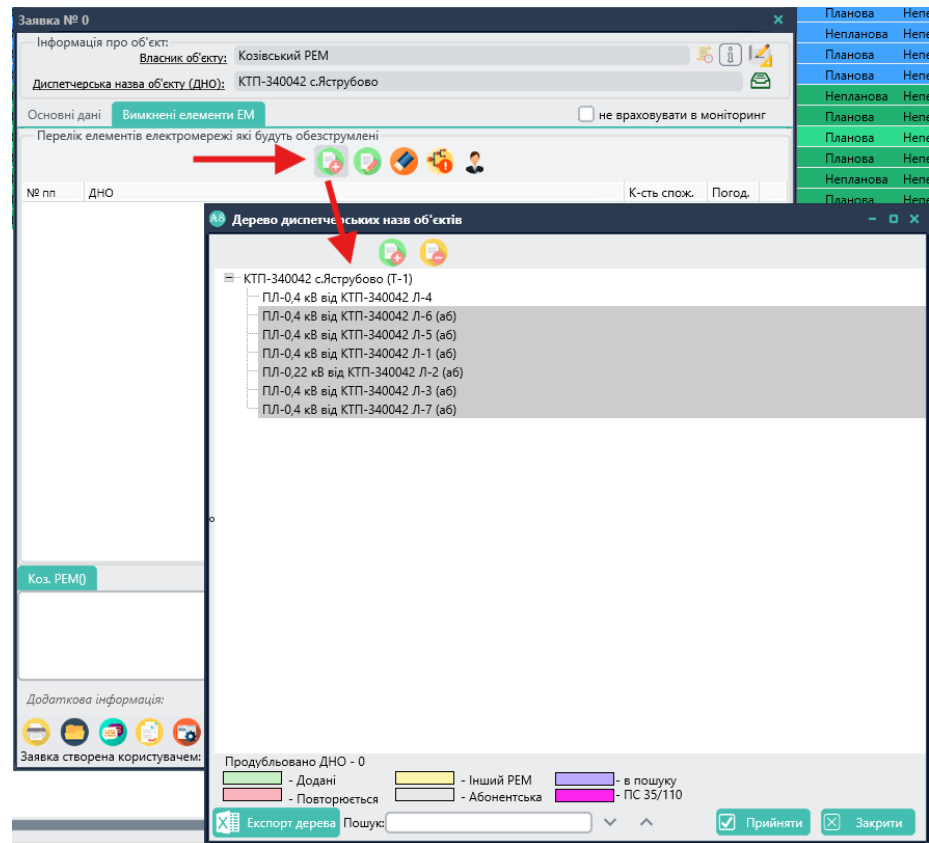


Рисунок 5 – Вимкнені елементи ДНО

Якщо при поданні заявки виявлено невідповідність в дереві ДНО, натиснувши кнопку  подається зауваження до прив'язки елементів ДНО. Для перегляду вимкнених споживачів та їхніх адрес необхідно натиснути кнопку .

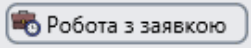
Виконавши всі вищезгадані кроки, необхідно обрати кнопку  **Зберегти** для того, щоб зберегти дану заявку, після чого її стан буде «На підпис» (рис.6).

Заявки на вид обладнання у ремонт

Власник об'єкту: Козьмий РЕМ

№	Стан	Дата поч.	Дата закін.	Підрозділ	Об'єкт (ДНО)	Обладнання	Операція	Тип	Періодич.	Пр.	ЧАГ	Дата ств.	Під
14668	На підписі	17.06.2025 08:00	17.06.2025 17:00	- Козьмий РЕМ	КТП-340042 с/струбово	T-1, TC-04 : AB-04 Л-4, AB-04 Л-7;	Ремонт	Планова	Неперервна	Додаток Ч.Р.		17.06.2025 16:25	Ба
14530	Відкрита	17.06.2025 10:00	17.06.2025 17:00	- Козьмий РЕМ	ПЛ-10 кВ Л-147-11 Козьм	ПЛ-10 кВ Л-147-11 Козьм	Резерв	Непланова	Неперервна	Поточний 0.5		17.06.2025 08:08	Ку
14106	Відхилена	17.06.2025 10:00	17.06.2025 17:00	- Козьмий РЕМ	ПЛ-0.4 кВ від КТП-340025 Л-1	ПЛ-0.4 кВ від КТП-340025 Л-1	Ремонт	Планова	Неперервна	Поточний 1		12.06.2025 08:33	Ку
13927	Дозволена	18.06.2025 08:00	18.06.2025 17:00	- Козьмий РЕМ	КТП-340258 сит.Козьм	РТП-340258	Вести в ро	Планова	Неперервна	Увімкн. з 1		10.06.2025 17:29	Іа
14231	Дозволена	18.06.2025 09:00	26.06.2025 17:00	- Служба підстанцій 35 кВ і вище	ПС-35/10 кВ Плавуча №181	8-10 Л-51	Ремонт	Планова	Неперервна	Поточний 1		13.06.2025 09:40	Се
14554	Дозволена	18.06.2025 10:00	18.06.2025 17:00	- Козьмий РЕМ	ПЛ-0.4 кВ від КТП-340096 Л-2	ПЛ-0.4 кВ від КТП-340096 Л-2	Ремонт	Непланова	Неперервна	Поточний 0.5		17.06.2025 08:38	Іа
14106	Дозволена	18.06.2025 10:00	18.06.2025 17:00	- Козьмий РЕМ	ПЛ-0.4 кВ від КТП-340280 Л-1	ПЛ-0.4 кВ від КТП-340280 Л-1	Ремонт	Планова	Неперервна	Поточний 1		12.06.2025 08:36	Іа
14114	Дозволена	18.06.2025 10:00	18.06.2025 17:00	- Козьмий РЕМ	ПЛ-0.4 кВ від КТП-340123 Л-1	ПЛ-0.4 кВ від КТП-340123 Л-1	Ремонт	Планова	Неперервна	Поточний 1		12.06.2025 08:43	Іа
14557	Дозволена	18.06.2025 10:00	18.06.2025 17:00	- Козьмий РЕМ	ПЛ-0.4 кВ від КТП-340096 Л-1	ПЛ-0.4 кВ від КТП-340096 Л-1	Ремонт	Непланова	Неперервна	Поточний 0.5		17.06.2025 08:43	Іа
14121	Дозволена	20.06.2025 10:00	20.06.2025 17:00	- Козьмий РЕМ	ПЛ-10 кВ Л-147-12 Козьм	ПЛ-10 кВ Л-147-12 Козьм	Ремонт	Планова	Неперервна	Поточний 1		12.06.2025 08:53	Ку

Рисунок 6 – зміна стану заявки

Дана заявка відправлена на підпис головному інженеру. Для того, щоб її підписати, необхідно відкрити вікно заявки, натиснути кнопку , після чого відкриється спливаюче вікно «Режим роботи з заявкою», за допомогою якого можна оперувати із станом заявки (рис.7).

Режим роботи з заявкою

Актуальний стан заявки:

- ☐ Нова
- ☒ На підписі
- ☐ На розгляді у ЦДС
- ☐ На розгляді у диспетчера ОДГ
- ☐ Отримана відповідь від ЦДС
- ☐ На розгляді підрозділів (служб)
- ☐ Розглянута
- ☐ До дозволу
- ☐ Дозволена
- ☐ Відхилена
- ☐ Відкрита
- ☐ Закрита
- ☐ На доопрацювання

 Підписати

 Відправити керівництву...

 Відправити у ЦДС...

 Відправити у ...

 Відправити на погодження...

 Відправити до відома...

 Відповісти на заявку

 Додати коментар...

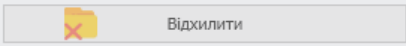
 Дозволити

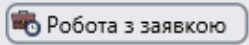
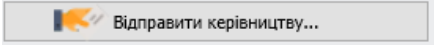
 Відхилити

 Вернути на доопрацювання

Рисунок 7 – Режим роботи з заявкою

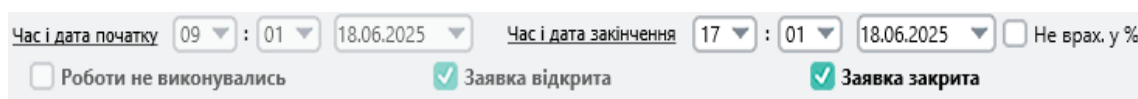
Якщо заявка сформована коректно, згідно всіх нормативних документів та правил, її необхідно підписати, натиснувши кнопку , та , після чого натиснути кнопку «Зберегти», стан заявки зміниться на «Відправлена в ОДГ». У разі виявлення помилок в оформленні заявок, натиснувши , заявка повертається на початковий стан до її автора, щоб виправити їх (для того, щоб було зрозуміло помилку, додається

коментар). У випадку грубих порушень, заявку відхиляється кнопкою , стан заявки стає «Відхилена», до кінця доби дана заявка попадає в архів.

Диспетчеру необхідно вказати дозволений час виведення обладнання в ремонт, стан споживачів та класифікацію для моніторингу у вкладці «Основні дані», після чого відкрити ,  для дозволу. Стан заявки стає «До дозволу». Головний інженер РЕМ, або відповідальна особа бачить, що диспетчер погодив дане виведення обладнання в ремонт, вибирає , стан заявки стане «Дозволена».

У випадку аварійної заявки, процедура з погодженням та дозволом заявки простіша. Диспетчер, який безпосередньо перебуває на зміні може сам створити та дозволити аварійну заявку на ліквідацію аварій в електромережах.

Коли надходить планова дата робіт, майстер бере Наряд-допуск на виконання робіт, повідомляє диспетчера за допомогою радіозв'язку або інших телекомунікаційних засобів зв'язку про підготовку робочого місця та допуск бригади до роботи, одночасно із часом зняття напруги, диспетчер відкриває заявку, поставивши відмітку про відкриття заявки та точний час. Аналогічно після закінчення робіт, майстер повідомляє диспетчера, одночасно з подачею напруги на дану електроустановку, диспетчер ставить відмітку про закриття даної заявки із зазначенням точного часу, заявка автоматично позначається, як «Закрита» та відправляється в архів заявок (рис.8).



Час і дата початку 09 : 01 18.06.2025 Час і дата закінчення 17 : 01 18.06.2025 ☐ Не врах. у %

☐ Роботи не виконувались ☒ Заявка відкрита ☒ Заявка закрита

Рисунок 8 – Вікно керування заявою

Якщо з тих, чи інших причин роботи не виконуються (складні погодні умови, зміни в планах робіт, тощо) необхідно поставити відмітку «Роботи не виконувались», після чого дана заявка попаде в архів заявок. У випадку одночасного подання аварійної заявки та запису про технологічне порушення

(аварійне вимкнення), у задля уникнення дублювання часу у звіті НЕРК-11, необхідно поставити відмітку ☐ не враховувати в моніторинг , після чого дані по цій заявці не попадають в звіт.

Контрольні запитання

1. Що таке АСТОР і для чого використовується ця система на енергетичних підприємствах?
2. Які основні дані повинна містити заявка на вивід обладнання в ремонт у модулі АСТОР?
3. Опишіть алгоритм створення нової заявки у програмі АСТОР. Які дії виконує користувач?
4. Які є типи заявок? Наведіть приклади.
5. Яким чином в АСТОР вказуються ДНО, що будуть знеструмлені під час ремонтних робіт?
6. Що означає статус заявки: "На підпис", "Відправлена в ОДГ", "Дозволена", "Закрита"?
7. Яка відмінність між процедурою погодження аварійної та планової заявки в АСТОР?
8. Як здійснюється відкриття та закриття заявки? Яку інформацію необхідно фіксувати?

ДОДАТОК 5

Лабораторна робота № 2.

Тема: *Оформлення запису про технологічні порушення та оперативні в програмному комплексі АСТОР.*

Мета роботи: ознайомитися з функціональними можливостями модуля «Журнал технологічних порушень», навчитися правильно оформлювати записи про порушення, оперативні перемикання а також закріпити навички ведення оперативно-технічної документації в електронному середовищі АСТОР.

Короткі теоретичні відомості

Технологічними порушеннями в електроустановках можна назвати відхилення від нормального режиму роботи електрообладнання або електричних мереж, яке призводить до їх пошкодження, відключення, зниження надійності електропостачання, порушення безпеки або створення загрози для життя й здоров'я людей. Такі порушення можуть бути спричинені технічними несправностями, зовнішніми впливами, помилками персоналу чи несприятливими погодними умовами.

Аналіз технологічних порушень в електричних мережах 6–10 кВ АТ «ТЕРНОПІЛЬОБЛЕНЕРГО» за останні роки (рис. 1, рис. 2) показує, що найбільш пошкоджуваними залишаються елементи повітряних і кабельних ліній, а також обладнання трансформаторних підстанцій. Згідно з графіком «Аналіз пошкоджень обладнання під час технологічних порушень цехового обліку в електричних мережах 6–10 кВ у порівнянні за 2017–2021 роки» (рис. 1), найчастіше виходять з ладу провід, ізоляція, арматура та опори ПЛ, а також кабелі, муфти і кінцеві вводи КЛ. Особливо помітне зростання кількості пошкоджень ізоляції — з 168 випадків у 2018 році до 270 у 2022 році. Пошкодження кабелів з кожним роком також зростають, що свідчить про старіння інфраструктури або зростання навантаження.

Серед обладнання ТП та РП 10/0,4 кВ найбільше технологічних порушень пов'язано з ізоляторами, ОПН (обмежувачами перенапруг) та вимикачами 10 кВ. Також спостерігається стабільна кількість інцидентів із запобіжниками та елементами захисту.

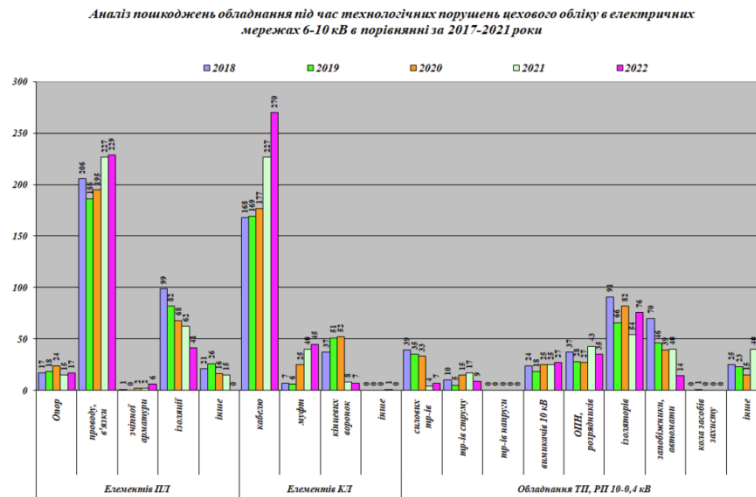


Рисунок 1 – Аналіз пошкоджень з типами обладнання

Графік сезонності технологічних порушень (рис. 2) демонструє чітко виражену залежність кількості порушень від пори року. Найбільше порушень у повітряних лініях 10 кВ спостерігається в літній період — з піком у липні (195 випадків), високими показниками в червні (131) та вересні (125). Це свідчить про вплив погодних умов — спеки, гроз, сильного вітру. Натомість у період із січня по квітень кількість порушень є значно нижчою. У ТП 10/0,4 кВ сезонність менш виражена, але найвищі показники також спостерігаються в літні місяці (червень—липень).



Рисунок 2 – Сезонність технологічних порушень

Оформлення запису про технологічне порушення в електромережах оператора системи розподілу (ОСР) здійснюється з метою фіксації відхилення від нормального режиму роботи обладнання або мереж, що призвело до їх пошкодження, відключення або загрози безпеці. Такий запис оформлюється уповноваженим працівником у встановленому порядку — шляхом складання акту або внесення відповідного запису до журналу обліку технологічних порушень із зазначенням дати, часу, місця, характеру порушення, причетних осіб, попередніх причин та наслідків. Для забезпечення централізованого обліку, зручного доступу до інформації та аналітики, дані про порушення додатково вносяться до електронної системи АСТОР, яка дозволяє оперативно формувати звітність, аналізувати динаміку порушень і планувати профілактичні заходи.

Оперативними перемиканнями в електроустановках називають сукупність послідовно виконуваних дій з вмикання, вимикання або переведення електрообладнання, спрямованих на зміну схем живлення чи режиму роботи електричних мереж. Такі дії здійснюються відповідно до вимог нормативних документів і є необхідними для безпечного проведення ремонтних робіт, технічного обслуговування, переключення споживачів або ліквідації аварійних ситуацій. Для зручності та автоматизації обліку цих операцій, аналогічно до записів про аварійні вимкнення, оперативні перемикання можуть подаватися та реєструватися за допомогою програмного комплексу АСТОР. У системі фіксується дата, час, тип перемикання, перелік обладнання, підстава, відповідальні особи, а також результати виконання, що значно спрощує роботу диспетчерського персоналу та забезпечує повний електронний облік дій.

Завдання до лабораторної роботи

1. Створити запис про аварійне вимкнення (технологічне порушення) в модулі «Журнал аварійних вимкнень» КП АСТОР 8 Експлуатація за даними таблиці 1

2. На основі даного вимкнення створити аварійну заявку на виконання відновлювальних робіт.

3. Відновити живлення частини споживачів із зазначенням часу часткового увімкнення та навантаження в момент увімкнення.

4. Відновити живлення всіх споживачів із зазначенням часу увімкнення та навантаження в момент увімкнення.

5. Створити запис про оперативне перемикання в модулі «Журнал аварійних вимкнень» КП АСТОР 8 Експлуатація на ДНО, поданими таблиці 1.

6. Оформити звіт про виконання даної роботи. В додаток до звіту прикріпити скріншоти загального вигляду запису про порушення, часткових увімкнень (перелік подій), аварійної заявки та оперативного перемикання.

Таблиця 1

Варіант	ДНО	Причина	Стан автоматики			РЗА	Класифікація для моніторингу	Часткове заживлення споживачів, %	Тривалість вимкнення, год.
			АП В	АВ Р	РП В				
1	ПЛ-10 кВ Л-148-33 Козова	Обрив проводу	Виведене	Не успішне	Не пробували	Земля вручну	Технологічні порушення в мережах ліцензіата	15	5
2	ПЛ-10 кВ Л-148-32 Козова	Пошкодження в ТП	Виведене	Відсутнє	Успішне	МСЗ	Технологічні порушення в мережах ліцензіата	10	0,5
3	ПЛ-0,4 кВ від КТП-340029 Л-2	Пошкодження ізолятора	Неуспішне	Виведене	Успішне	Земля	Технологічні порушення в мережах ліцензіата	-	2
4	ПЛ-10 кВ Л-148-10 Козова	Пошкодження РТП	Успішне	Відсутнє	Не пробували	МСЗ	Технологічні порушення в мережах ліцензіата	-	0
5	ПЛ-110 кВ Тернопільська-Теребовля	Замикання на землю	Виведене	Не успішне	Успішне	Земля АЛЬТРА	Технологічні порушення в мережах ліцензіата	-	0,5
6	ПЛ-10 кВ Л-147-15 Козлів	Сплетення проводів	Виведене	Відсутнє	Не успішне	МСЗ	Форс-мажорні обставини	60	4

7	ЩТП-340376 с. Ценів	Пошкодження ЛР-10	Виведене	Виведене	Не успішне	МСЗ	Технологічні порушення в мережах ліцензіата	-	3
8	ПЛ-0,4 кВ від КТП-340369 Л-3	Пошкодження кабельної вставки	Неуспішне	Відсутнє	Не успішне	МСЗ	Технологічні порушення в мережах ліцензіата	20	10
9	ПЛ-35 кВ Козова-Денисів	Пошкодження запобіжника	Успішне	Виведене	Не пробували	Вручну	Технологічні порушення в мережах ліцензіата	-	2
10	ПЛ-10 кВ Л-127- 26 Денисів	Збита опора	Успішне	Відсутнє	Не успішне	МСЗ	З вини інших осіб	-	0
11	ПЛ-10 кВ Л-127- 25 Денисів	КЗ на ПЛ, пошкоджень не виявлено	Неуспішне	Виведене	Успішне	МСЗ	Форс-мажорні обставини	-	0,5
12	ПЛ-0,4 кВ від КТП-340367 Л-2	Провисання проводу	Виведене	Не успішне	Успішне	МСЗ	Технологічні порушення в мережах ліцензіата	-	0,5
13	КТП-340118 снт.Козлів	Падіння дерева на ПЛ	Виведене	Відсутнє	Не успішне	МСЗ	Форс-мажорні обставини	50	11
14	ПЛ-10 кВ Л-148- 32 Козова	Пошкодження розрядника РВО	Виведене	Виведене	Не успішне	Земля вручну	Технологічні порушення в мережах ліцензіата	25	4
15	ПЛ-35 кВ Козова-Денисів	Пошкодження в ТП	Виведене	Відсутнє	Не успішне	МСЗ	З вини інших ліцензіатів або споживаїв	30	7

Порядок виконання лабораторної роботи

Для початку роботи необхідно відкрити середовище АСТОР 8 Експлуатація, меню «Робочий стіл диспетчера», модуль «Журнал технологічних порушень» (рис.3).



Рисунок 3 – Перехід в модуль «Журнал технологічних порушень»

На рисунку 4 зображено загальний вигляд модуля «Журнал технологічних порушень», вкладки (розділу) «Журнал аварійних вимкнень (рапорт)».

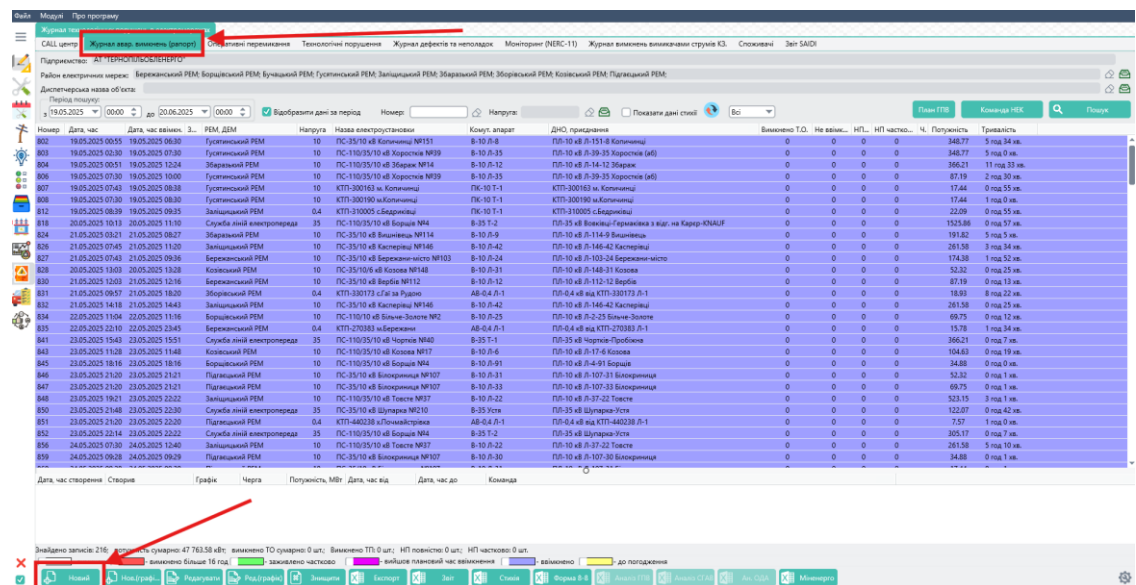


Рисунок 4 – Загальний вигляд модуля «Журнал аварійних вимкнень»

Для створення нового запису про порушення необхідно натиснути кнопку



на панелі керування в нижньому лівому куті екрану, після чого висвітлиться спливаюче вікно пустого запису про порушення, де необхідно внести дані про об'єкт, на якому сталося порушення (рис. 5).

Запис про порушення

РЕМ: Козівський РЕМ

Період порушення

№: [] Дата події: 17.06.2025 Час: 16 : 52 Простій, год.: 0 Вимкнено ТП, шт.: 0

Плановий час ввімкнення: 18.06.2025 Час: 10 : 52 К-сть відключень від початку року: 0

☐ Відновлено живлення: 17.06.2025 Час: 16 : 52

Місце відключення

Назва електроустановки: ПС-35/10/6 кВ Козова №148

Комутаційний апарат: В-10 Л-31

ДНО, приєднання: ПЛ-10 кВ Л-148-31 Козова

Робота автоматики

АПВ: Виведене АВР: Відсутнє РПВ: Не успішне РЗА: МСЗ

Навантаження

U: 10 кВ Ампер: 10 кВт: 0 Недовідпуск, кВт*год: 0 ☐ Одиночне вимкнення

Сумісні вимкнення

Кому повідомлено

Замикання на "землю"

☐ Початок: 17.06.2025 Час: 00 : 00 ☐ Закінчення: 17.06.2025 Час: 00 : 00

Коментар

Причина: обрив проводу в прогоні опор; падіння дерева

Коментар для сайту: Пошкодження на ПЛ

Класифікація для моніторингу: технологічні порушення в мережах ліцензіата

☐ Грозові вимкнення ☐ не враховувати в моніторинг

Зберегти Закрити

Рисунок 5 – Загальний вигляд вікна запису про порушення

У вкладці «Загальні дані» необхідно заповнити наступні поля: дата події, плановий час ввімкнення, назву електроустановки, приєднання ДНО та комутаційний апарат, який спрацював. Натиснувши кнопки обираємо необхідні обладнання (комутаційні апарати), ДНО та електроустановки які вимкнулись. Необхідно відмітити стан спрацювання автоматики (АПВ, АВР, РПВ та РЗА) згідно даних таблиці 1.

Наступним кроком є занесення даних про ДНО, які будуть знеструмлюватися на час ремонтних робіт. Для цього відкриваємо вкладку «Перелік подій», якщо у вкладці «Загальні дані» обрано коректну ДНО, вона підтягнеться автоматично (рис. 6). Натиснувши можна корегувати вимкнені ДНО у разі необхідності. Якщо при поданні заявки виявлено невідповідність в дереві ДНО, натиснувши кнопку подається зауваження до прив'язки елементів ДНО.

Запис про порушення №967

РЕМ: Козівський РЕМ

Загальні дані **Перелік подій** Вимкнені населені пункти Розслідування Заходи

☐ Без вимкнень споживачів

Комутаційний апарат: B-10 Л-8

Вимкнуто о: 02.06.2025 16:30:00

Увімкнено о: 02.06.2025 17:10:00

К-сть ДНО: 49

Дисп. назва: B-10 Л-8

Дата події: 16:30:00 ...

Дата від...: 17:10:00 ...

К-сть ДНО: 49

Відновлено: 100%

Підстанції погашені повністю:

Грозові вимкнення ☐ не враховувати в моніторинг ☐ Подати заявку

Рисунок 6 – Вимкнені елементи ДНО

Для перегляду вимкнених споживачів та їхніх адрес необхідно натиснути кнопку  (рис.7).

Запис про порушення

РЕМ: Козівський РЕМ

Загальні дані **Перелік подій** Вимкнені населені пункти Розслідування Заходи

☐ Без вимкнень споживачів

Комутаційний апарат: B-10 Л-31

Вимкнуто о: 02.06.2025 16:30:00

Увімкнено о: 02.06.2025 17:10:00

К-сть ДНО: 49

Дисп. назва: B-10 Л-31

Дата події: 16:30:00 ...

Дата від...: 17:10:00 ...

К-сть ДНО: 49

Відновлено: 100%

Підстанції погашені повністю:

Грозові вимкнення ☐ не враховувати в моніторинг ☐ Подати заявку

Варіанти відображення інформації:

☒ Всі адреси ☐ По вулицях ☐ По будинках

Споживач: ДНО

1. Тернопільська область обл., район Тернопільський, с. Плотича, вул. Ірван Г ПЛ-0-4 кВ від КТП-340195 Л-3

2. Тернопільська область обл., район Тернопільський, с. Плотича, вул. дман Св ПЛ-0-4 кВ від КТП-340195 Л-3

3. Тернопільська область обл., район Тернопільський, с. Плотича, вул. цкий Ір ПЛ-0-4 кВ від КТП-340195 Л-3

4. Тернопільська область обл., район Тернопільський, с. Плотича, вул. Козіак ПЛ-0-4 кВ від КТП-340131 Л-2

5. Тернопільська область обл., район Тернопільський, с. Плотича, вул. лок Со ПЛ-0-4 кВ від КТП-340195 Л-1

6. Тернопільська область обл., район Тернопільський, с. Плотича, вул. ір Олг ПЛ-0-4 кВ від КТП-340195 Л-1

7. Тернопільська область обл., район Тернопільський, с. Плотича, вул. тук Ігор ПЛ-0-4 кВ від КТП-340195 Л-1

8. Тернопільська область обл., район Тернопільський, с. Плотича, вул. Ясина Л ПЛ-0-4 кВ від КТП-340130 Л-1

9. Тернопільська область обл., район Тернопільський, с. Плотича, вул. а Олександр ПЛ-0-4 кВ від КТП-340130 Л-1

10. Тернопільська область обл., район Тернопільський, с. Плотича, вул. аросий ПЛ-0-4 кВ від КТП-340130 Л-1

11. Тернопільська область обл., район Тернопільський, с. Плотича, вул. м Іван ПЛ-0-4 кВ від КТП-340130 Л-1

12. Тернопільська область обл., район Тернопільський, с. Плотича, вул. ченкова ПЛ-0-4 кВ від КТП-340130 Л-1

13. Тернопільська область обл., район Тернопільський, с. Плотича, вул. а Ірина ПЛ-0-4 кВ від КТП-340130 Л-1

14. Тернопільська область обл., район Тернопільський, с. Плотича, вул. Благоуст ПЛ-0-4 кВ від КТП-340130 Л-1

15. Тернопільська область обл., район Тернопільський, с. Плотича, вул. цкий М ПЛ-0-4 кВ від КТП-340130 Л-1

16. Тернопільська область обл., район Тернопільський, с. Плотича, вул. усянин ПЛ-0-4 кВ від КТП-340130 Л-1

17. Тернопільська область обл., район Тернопільський, с. Плотича, вул. Олена Г ПЛ-0-4 кВ від КТП-340130 Л-1

18. Тернопільська область обл., район Тернопільський, с. Плотича, вул. а Марія ПЛ-0-4 кВ від КТП-340130 Л-1

19. Тернопільська область обл., район Тернопільський, с. Плотича, вул. цкий Ір ПЛ-0-4 кВ від КТП-340130 Л-1

20. Тернопільська область обл., район Тернопільський, с. Плотича, вул. о Софія ПЛ-0-4 кВ від КТП-340195 Л-1

21. Тернопільська область обл., район Тернопільський, с. Плотича, вул. аригора ПЛ-0-4 кВ від КТП-340195 Л-1

22. Тернопільська область обл., район Тернопільський, с. Теофілія, вул. Благоуст ПЛ-0-4 кВ від КТП-340277 Л-2

23. Тернопільська область обл., район Тернопільський, с. Теофілія, вул. ский В ПЛ-0-4 кВ від КТП-340269 Л-4

Знайдено: 788 записів

Експорт у MS Excel

Рисунок 7 – Вимкнені споживачі

У вкладці **Вимкнені населені пункти** натиснувши  автоматично підтягнуться вимкнені населені пункти. Якщо під час винесення порушення електроустановка живилась з відхиленням від схеми, натиснувши  можна додавати, або видаляти вимкнені населені пункти(рис.8).

Запис про порушення №1332

РЕМ: Козівський РЕМ

Загальні дані | Перелік подій | **Вимкнені населені пункти** | Розслідування | Заходи

Назва населеного пункту	Частково погашені	Повністю погашені	Вімкнено частково	Вімкнено повністю
Городище	☒	☐	☐	☒
Млинці	☐	☒	☐	☒
Слобідка	☐	☒	☐	☒
Дмухівці	☒	☐	☐	☒
Городище	☒	☐	☐	☒
Козлів	☒	☐	☐	☒

Коментар

Причина: Відключився МВ-10 на ПС

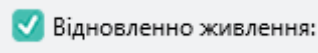
Коментар для сайту: Пошкодження на ПЛ

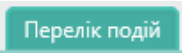
Класифікація для моніторингу: технологічні порушення в мережах ліцензіата

☐ Грозові вимкнення ☐ не враховувати в моніторинг

Рисунок 8 – Вимкнені населені пункти

Виконавши всі вищезгадані кроки, необхідно обрати кнопку  для того, щоб зберегти дане вимкнення.

Після усунення технологічного порушення необхідно поставити відмітку  у вкладці «Загальні дані» із зазначенням часу подачі напруги, та навантаження (для обчислення недовідпуску електроенергії) після чого дане вимкнення буде позначено, як завершене.

У випадку пошуку місця пошкодження шляхом почергового увімкнення ділянок мережі, дані про частково увімкнені ДНО необхідно заносити у вкладку , натиснувши кнопку «Увімкнути», обравши необхідні ДНО, на яких подається напруга, із вказанням часу увімкнення та натиснути , після чого  (рис.9).

Для завершення даної події (відновлення живлення повністю) потрібно обрати всі інші ДНО, на яких живлення було не відновлено та по аналогії із попереднім кроком поставити відмітки  та , після чого вимкнення буде позначено, як завершене.

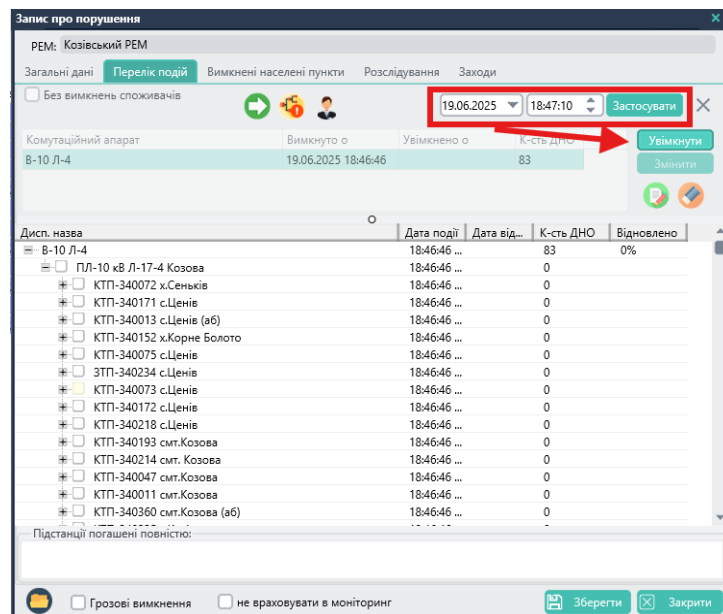
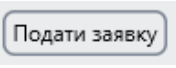


Рисунок 9 – Часткове ввімкнення ДНО

У випадку, коли пошкодження надто складного характеру, та стається в нічний час доби, оперативно-виїзна бригада не може його усунути, диспетчеру необхідно подати аварійну заявку для того, щоб наступного дня виробнича бригада усунула дане порушення. Для цього переходити в модуль «Заявки на вивід обладнання в ремонт не потрібно». Внизу вкладки «Загальні дані» передбачена кнопка , за допомогою якої автоматично формується аварійна заявка (рис.10). Робота із аварійною заявкою описана в лабораторній роботі №1.

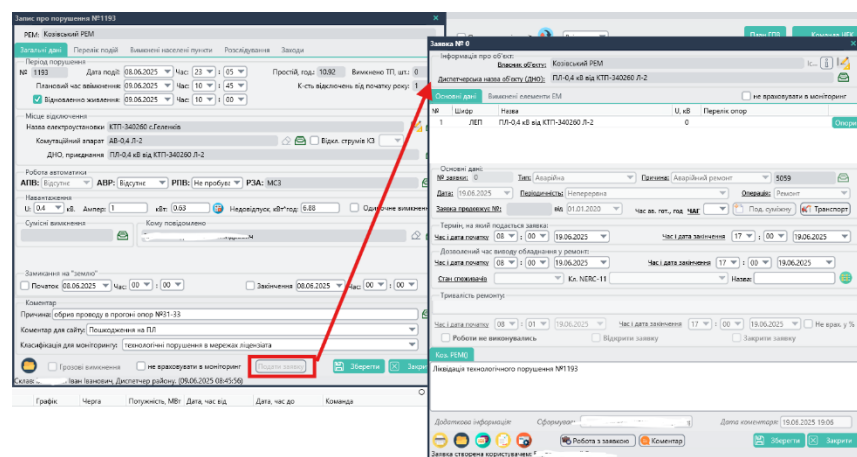


Рисунок 10 – Автоматичне оформлення аварійної заявки

Для оформлення **Оперативного перемикавання** необхідно відкрити вкладку **Оперативні перемикавання** «Журналу технологічних порушень», по аналогії із занесенням аварійного вимкнення (записом про порушення), натиснувши кнопку **Новий**. Загальний вигляд запису про оперативне перемикавання повністю подібний із записом про порушення, лише вимагає занесення даних лише про об'єкт, який вимикається, без занесення стану роботи автоматики (рис. 12).

Повне відновлення живлення або часткові увімкнення позначаються по аналогії із аварійними вимкненнями.

Рисунок 11 – Запис про оперативне перемикавання

Контрольні запитання

1. Що вважається технологічним порушенням в електроустановках, і які можливі його причини?
2. Яке призначення модуля «Журнал технологічних порушень» у програмному комплексі АСТОР?
3. Яка інформація вноситься до запису про технологічне порушення в системі АСТОР?
4. Що таке оперативне перемикавання, і в яких випадках воно виконується?

5. У чому полягає відмінність між записом про технологічне порушення та записом про оперативне перемикання?

6. Як оформляється аварійна заявка на виконання відновлювальних робіт у разі технологічного порушення?

7. Яким чином у ПК АСТОР фіксується часткове або повне відновлення живлення споживачів?

8. Які параметри автоматичного повторного ввімкнення (АПВ, АВР, РПВ) враховуються під час заповнення запису?

9. Як система АСТОР дозволяє уникати дублювання інформації в разі аварійного вимкнення та подання заявки одночасно?

10. Які переваги електронного обліку технологічних порушень та оперативних перемикань у системі АСТОР для диспетчерської служби?

ДОДАТОК 6

Лабораторна робота № 3.

Тема: *Розслідування технологічних порушень в КП АСТОР.*

Мета роботи: ознайомитися з методикою *Розслідування технологічних порушень в КП АСТОР.*

Короткі теоретичні відомості

Розслідування технологічних порушень в енергетиці проводиться з метою з'ясування причин відхилення від нормального режиму роботи обладнання, оцінки наслідків та вжиття заходів для їх недопущення в майбутньому. Цей процес регламентується **«Інструкцією про розслідування та облік технологічних порушень в роботі енергетичного обладнання»**, затвердженою на рівні НЕК або Міністерства енергетики. Розслідування здійснюється відповідальною комісією з оформленням акту, внесенням даних у **Журнал цехового обліку технологічних порушень**. Для спрощення процесу, усі записи ведуться в **системі АСТОР**, що автоматизує фіксацію подій, дозволяє формувати електронні протоколи та уникнути зайвої паперової роботи. На основі внесених даних система генерує звіт **форми 57-енерго**, який подається в органи Держенергонагляду, а також зберігає записи для внутрішнього аналізу в журналі обліку порушень.

Завдання до лабораторної роботи

1. На основі оформленого в лабораторній роботі №2 технологічного порушення провести розслідування.
2. Обрати відповідальну комісію та створити заходи для унеможливлення повторення в майбутньому подібного типу порушення на даному об'єкті.
3. Оформити звіт про виконання даної роботи. В додаток до звіту прикріпити скріншоти із вкладок проведення розслідування та журналу цехового обліку технологічних порушень.

Порядок виконання лабораторної роботи

Для початку роботи необхідно відкрити середовище АСТОР 8 Експлуатація, меню «Робочий стіл диспетчера», модуль «Журнал технологічних порушень» (рис.1).

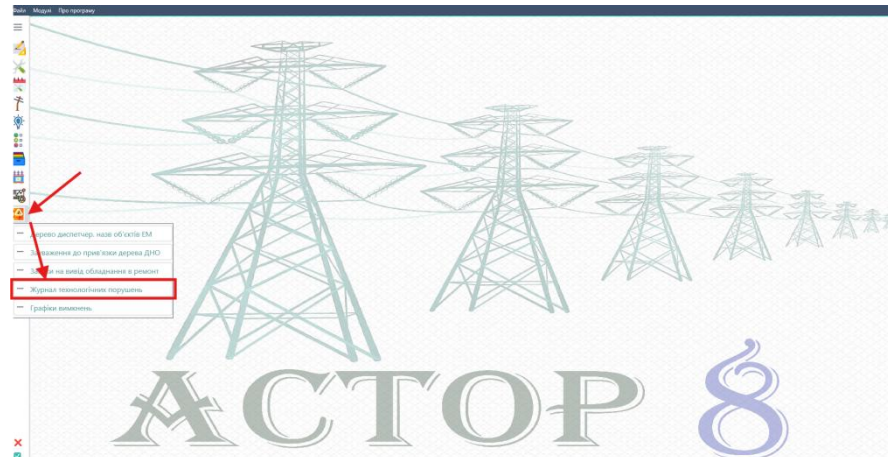


Рисунок 1 – Перехід в модуль «Журнал технологічних порушень»

На рисунку 2 зображено загальний вигляд модуля «Журнал технологічних порушень», вкладки (розділу) «Технологічні порушення».

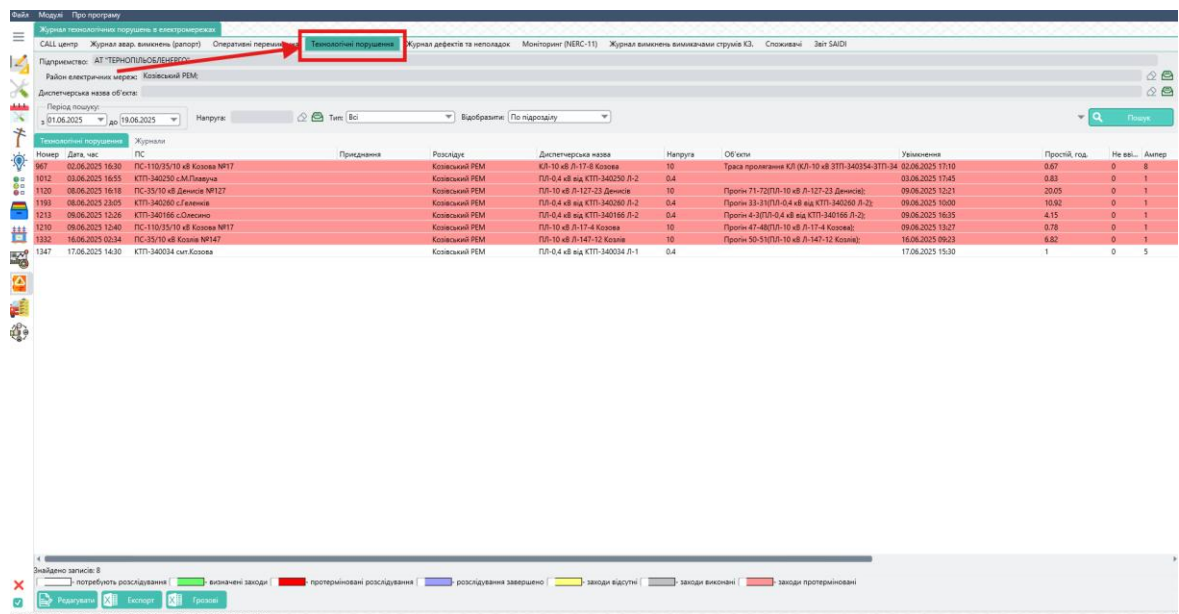


Рисунок 2 – Загальний вигляд модуля «Технологічні порушення»

Для проведення розслідування певного технологічного порушення, необхідно обрати даний запис про порушення із перелічених у списку (рис.2), та відкрити його, після чого висвітлиться спливаюче вікно по аналогії із

«Журналом аварійних вимкнень», тільки зразу відкриється вкладка

Розслідування

(рис.3).

Запис про порушення №1054

РЕМ: Тернопільський міський РЕМ

Загальні дані Перелік подій Вимкнені населені пункти **Розслідування** Заходи

Терміни розслідування

Тип порушення: Цеховий облік Планова дата: 15.06.2025 Розслідування проведено 06.06.2025

Відповідальний підрозділ: Тернопільський міський РЕМ

Організаційна причина порушення :
2.5 - Незадовільне технічне обслуговування

Технічна причина порушення :
1.13 - Дефект електричної ізоляції

Опис порушення Комісія Події, спричинені 1-м порушенням

Опис порушення: На ПС-35/10 кВ Почапинці №186 спрацював В-10 Л-146

Причина порушення: пошкодження розрядника

☐ Дефектів не виявлено

Місце пошкодження (пошкоджений елемент): ОПН/Розрядник: Фаза В, РВО-10 Л-146(КТП-390787 с.Підгороднє); ОПН/Розрядник: Фаза С, РВО-10 Л-146(КТП-390787 с.Підгороднє);

Коментар

Причина: "Земля" на ПЛ.

Коментар для сайту: Пошкодження на ПЛ

Класифікація для моніторингу: технологічні порушення в мережах ліцензіата

☐ Грозові вимкнення ☐ не враховувати в моніторинг Подати заявку Зберегти Закрити

Рисунок 3 – Вкладка «Розслідування»

У даній вкладці необхідно заповнити наступні поля: тип порушення, планова дата розслідування, відповідальний підрозділ, який проводить розслідування, організаційну та технічну причини порушення. Останні обираються із випадваючого списку (рис.4).

Додатковий об'єднання Додатковий об'єднання

Код Назва

2.1 Помилки ді оперативного персоналу

2.2 Помилки ді керівного персоналу

2.3 Помилки ді персоналу служб, лабораторій, центрів, відділів

2.4 Помилки ді ремонтного персоналу

2.5 Незадовільне технічне обслуговування

2.6 Незадовільна якість нормативної документації

2.7 Дефекти проекту

2.8 Дефекти конструкції

2.9 Дефекти виготовлення

2.10 Дефекти монтажу і налагодження

2.11 Дефекти ремонту

2.12 Дефекти будівництва

2.13 Стихийні явища (ожеледь, сильний вітер, гроза, повінь, тощо)

2.14 Вплив сторонніх осіб і організацій

Кількість записів в довіднику - 14 Знайти Пошук по колонці - Код Примітка Зберегти

Код Назва

1.1 Незадовільність матеріалів вузлів та деталей устаткування чинним нормативним документам

1.2 Дефект маркування, тавлю

1.3 Дефект механічного зчеплення

1.4 Механічне зношення

1.5 Зокосе зношення

1.6 Корозійне пошкодження

1.7 Грозове зношення

1.8 Порушення щільності

1.9 Відхилення вібраційного стану від нормативного

1.10 Вибух

1.11 Термічне пошкодження

1.12 Електроударне пошкодження

1.13 Дефект електричної ізоляції

1.14 Порушення електричного контакту

1.15 Механічне пошкодження, руйнування

1.16 Пожежа

1.17 Втрата стійкості електричної мережі

1.18 Вичерпання ресурсу

1.19 Некласифіковані причини

Кількість записів в довіднику - 19 Знайти Пошук по колонці - Код Примітка Зберегти

Рисунок 4 – Організаційна та технічна причини порушення

Наступним кроком є занесення даних про характер, місце та наслідки порушення. Опис порушення формується автоматично на основі даних, занесених у вкладці «Загальні дані», натиснувши кнопку .

Місце пошкодження підтягується напряму із графічно-інформаційного редактора (ГІР) АСТОР (рис.5).

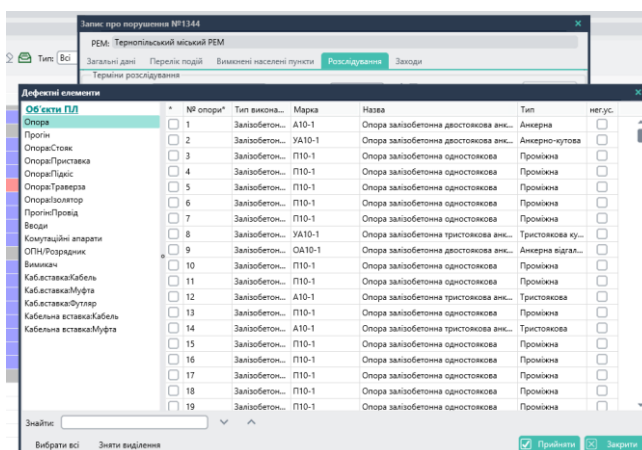


Рисунок 5 – Визначення місця пошкодження

У вкладці  обираємо членів комісії, які розслідували технологічне порушення, натиснувши кнопку  відкриється довідник персоналу, звідки можна обрати відповідних осіб (рис.6). Особи, які проводять розслідування затверджуються наказом по структурному підрозділі ОСР 1 раз на рік, до них входить майстер ділянки, на якій сталось порушення, диспетчер району, головний інженер та інженер з експлуатації.

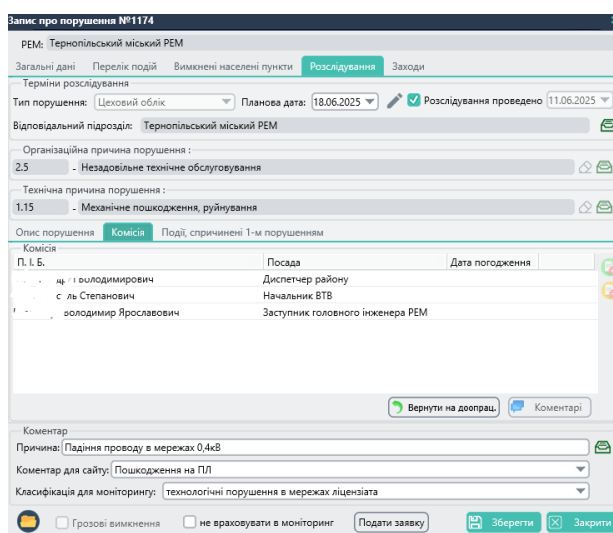


Рисунок 6 – Вкладка «Комісія»

Для створення заходу, щодо унеможливлення повторення подібного порушення в майбутньому, необхідно перейти у вкладку **Заходи** та створити планову роботу (рис.7).

Рисунок 7 – Вимкнені споживачі

Після виконання вищезгаданих кроків, необхідно перейти у вкладку **Розслідування**, поставити відмітку **Розслідування проведено**, та натиснути кнопку **Зберегти**, після чого даний захід буде позначений, як розслідуваний. Дані заходи є обов'язковими для виконання у терміни, встановлені комісією під час розслідування.

Контрольні запитання

1. Яка мета розслідування технологічних порушень в енергетиці?
2. Яким документом регламентується процес розслідування та обліку технологічних порушень в роботі енергетичного обладнання?
3. Де фіксуються дані про технологічні порушення після їх оформлення комісією?
4. Яка система автоматизує фіксацію подій та дозволяє формувати електронні протоколи під час розслідування технологічних порушень?

5. Який звіт генерує система АСТОР на основі внесених даних, і куди він подається?

6. Який модуль необхідно відкрити в середовищі АСТОР 8 Експлуатація для початку роботи з розслідуванням технологічних порушень?

7. Які поля необхідно заповнити у вкладці "Розслідування" під час проведення розслідування технологічного порушення?

8. Звідки підтягується інформація про місце пошкодження в системі АСТОР?

9. Хто входить до складу комісії, яка проводить розслідування технологічних порушень, і як часто затверджуються ці особи?

10. Які дії необхідно виконати в системі АСТОР для створення заходів, що унеможливлюють повторення подібних порушень у майбутньому?